II-13502

13.502

BARBU • BRÎNDUȘA GEAGULEA •
IN DUMITRESCU

OUA TINEREȚE
ĂRBUNILOR

EDITURA ALBATROS

BCU

ILIE BARBU • BRÎNDUȘA GEAGULEA •
CĂLIN DUMITRESCU

A DOUA TINEREȚE A CĂRBUNILOR

125868
B.C.U. - IASI

colecția cristal

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

A DOUA TINEREȚE A CĂRBUNILOR ÎN PLIN AVÎNT

Pînă acum cîțiva ani, în ziare apăreau mereu — dar uneori mai apar și acum — știri despre închiderea diferitelor mine de cărbuni din țările industriale din apus, în numele „modernizării", „rentabilizării" sau „raționalizării exploatării cărbunilor". De fapt, încă nici astăzi, tendința de scădere a producției de cărbune n-a putut fi oprită sau redresată în multe țări pe vremuri vestite pentru industria lor carboniferă : Franța, R. F. Germania sau Marea Britanie (Olanda, care producea cîteva milioane tone de cărbuni pe an, nu mai produce astăzi nici o tonă !), deși pe plan mondial tendința s-a schimbat în mod radical. Greva de aproape un an a minerilor britanici din 1984—1985, împotriva închiderii minelor și a concedierii a 20 000 de tovarăși ai lor de muncă, este doar un aspect al luptei date în jurul supraviețuirii industriei de extracție a cărbunilor și a industriilor ce folosesc — ard sau prelucrează — cărbunele în aceste țări.

Se părea — da ! — „Se părea" pînă de curînd că ar avea loc o eliminare, o înlăturare din competiția materiilor prime, din resursele de energie, a cărbunilor... În dezvoltarea impetuoasă a tuturor ramurilor industriale, în apariția continuă de noi ramuri de știință și de activitate productivă, în extinderea și diversificarea continuă a proceselor de producție, în întreaga revoluție tehnico-științifică ce se petrece în zilele noastre, cu folosirea celor mai diferite și mai noi surse de materii prime (și de energie !), pe lîngă restrîngerea utilizării cărbunilor drept combustibil (la locomotive, la vapoare și chiar în termocentrale !) și ca materie primă de bază pentru produse chimice, au crescut continuu — pînă la începutul

ultimului deceniu — nu numai în valori absolute, dar și în procente — cantitățile de țiței și de gaze folosite în locul cărbunilor... Și toate acestea pînă în momentul cînd crizele energetice, și mai ales crizele petrolului din 1973 și 1978—1980, au făcut opinia publică și în special forurile conducătoare ale statelor atente asupra posibilităților totuși limitate ale planetei, asupra risipei nechibzuite a resurselor petroliere și de gaze naturale și a necesității stringente de a trece la dezvoltarea și folosirea și a altor resurse energetice cu rezerve mai mari (nuclear și cărbune) sau regenerabile (biomasa) sau inepuizabile (energia soarelui și a vîntului, a apelor curgătoare și a mareelor, precum și energia geotermală). În același timp, s-a „descoperit" și cea mai ieftină sursă de energie: economisirea, folosirea acesteia rațională, cu randamente optime în procesele de producție și consum, precum și recuperarea, la nivelul maxim posibil, a energiei „pierdute", a tuturor energiilor refolosibile, a resurselor secundare de energie...

După euforia creșterii vertiginoase a producției și consumului de țiței (și a derivatelor sale), o socoteală făcută mai la rece a arătat că duratele posibile de exploatare și utilizare — la ritmurile de exploatare și consum atinse și previzibile — a rezervelor cunoscute de țiței și gaze naturale nu reprezintă decît circa a 10-a parte din duratele posibile ale rezervelor cunoscute — și exploatabile cu tehnicile actuale — de cărbuni.

Extrem de clar a fost caracterizată această situație încă din 1978, de secretarul general al P.C.R., tovarășul Nicolae Ceaușescu, care arăta: „...În viața internațională s-a pus, în ultimii ani, tot mai acut problema necesității de a reglementa consumul de energie și de materii prime, ținînd seama că resursele naturale ale planetei noastre nu sînt inepuizabile și că în lume are loc o folosire nerațională a acestora, s-au manifestat și se manifestă puternice fenomene de risipă. După părerea noastră, criza energetică și de materii prime își are rădăcini în politica imperialistă și neocolonialistă... în folosirea prădalnică a bogățiilor naționale ale unor țări și popoare, precum și...

irosirea nejustificată a resurselor de materie primă și energie" *.

...De altfel, încă în octombrie 1968 (!), *Scînteia* publica pe o pagină întreagă o anchetă științifică internațională cu titlul : „Redescoperirea diamantelor negre" !

Iarna grea de la începutul anului 1985, sau seceta din vara aceluiași an au arătat în mod elocvent importanța pe care producerea energiei electrice din cărbuni (și mai ales din cărbunii inferiori) o are în condițiile scăderii și înghețării apelor din fluvii, rîuri și lacurile de acumulare. Este adevărat că în aceste situații s-au pus în funcțiune și termocentralele de rezervă ce ard hidrocarburi (gaze, motorină și păcură), dar diferența de preț de cost dintre acești combustibili superiori și cărbuni devine un factor decisiv în favoarea folosirii acestora din urmă.

Dar, pînă la acest „moment al adevărului", la producerea energiei electrice — fără de care viața modernă nici nu poate fi închipuită — pe lîngă marile centrale ce foloseau cărbune și cîteva mari hidrocentrale, — construite în anii anteriori — energeticienii de pretutindeni au ridicat cu duiumul centrale termice ce ard — ardeau ! — gaze naturale sau produse petroliere ieftine și aparent abundente la vremea respectivă. Mult mai încet a mers cu construcția marilor hidrocentrale, care cereau investiții foarte mari și a căror amortizare se întindea pe decenii, dar care transformă în lumină ieftină energia apelor. Răspîndirea centralelor atomice, ce transformă în curent electric fisiunea nucleară, după un puternic avînt inițial, apoi a fost într-o anumită măsură frînată, și abia acuma se revine la ritmuri de dezvoltare mai importante.

Centralele eoliene — de fapt și, mai ales, microcentralele eoliene — ce ar trebui să prindă în paletele lor energia vîntului (cînd acesta suflă), sînt abia în curs de dezvoltare, dar de fapt numai pentru asigurarea cu energie a unor consumatori locali. Energia inepuizabilă

* Nicolae Ceaușescu : *Expunere în fața activului central de partid și de stat*, în *Scînteia*, 4 august 1978.

a mareelor nu este pînă acuma utilizată decît în două centrale de acest fel, prima fiind dată în funcțiune cu vreo două decenii în urmă în Franța, la estuarul de la Rance.

Această listă de noi resurse energetice, ce concurează țițeiul și gazele, ar fi total incompletă fără amintirea folosirii radiațiilor solare în heliocentrale în care se produce abur sau apă caldă sau — în celule fotovoltaice — direct energie electrică.

Iată o parte a diferitelor mijloace de înlocuire a combustibililor fosili (cărbunii, dar mai ales țițeiul și gazele) din resursele de energie. Totuși nu trebuie să uităm că, pînă mai ieri, avîntul spectaculos al petrochimiei părea că va exclude total cărbunii și ca sursă a celor mai diferite produse chimice. Dar, de fapt, industria organică de sinteză s-a născut în secolul trecut sub forma carbochimiei.

În fața acestor dezvoltări și tendințe, pe bună dreptate, unii specialiști și-au pus întrebarea : oare este vorba de o înlocuire, o eliminare totală a cărbunilor sau poate, totuși, are loc doar o diversificare și o lărgire a mijloacelor folosite de om pentru extinderea continuă a resurselor sale de energie și de materie primă ?

Dacă ar fi fost vorba de înlocuirea totală a cărbunilor, de eliminarea lor totală, după cum susțineau unii, atunci pentru specialiștii în cărbune, pentru mineri, pentru cei care exploatau, foloseau sau prelucrau cărbunele n-ar mai fi rămas altceva de făcut decît să privească cu nostalgie haldele de cărbune, care, ici, colo, începuseră să se acopere de verdeață *, să-și amintească de istoria plină de frămîntări, de lupte, de cuceriri, de înfrîngeri vremelnice și de victorii ale extracției și utilizării cărbunilor, istorie ce a fost strîns legată de prima revoluție industrială din Europa și care a fost strîns împletită cu istoria dezvoltării impetuoase a siderurgiei, a metalurgiei neferoase, a construcției de mașini, a chimiei, a electrificării și — concomitent — rămași fără posibilități de lucru, ei toți ar fi trebuit să îngroașe armata șomerilor sau să încerce să se recalifice în alte meserii. Deși condițiile s-au schimbat, totuși acest fenomen încă (1985)

* La un moment dat, haldele de cărbune nevîndut din R. F. Germania depășeau 13 000 000 tone !

mai apare cu acuitate în unele locuri de pe glob (vezi sus-amintita grevă a minerilor englezi, declanșată în martie 1984, împotriva închiderii unor mine de către *National Coal Board* din Marea Britanie), deși în ansamblu producția de cărbune crește continuu pe glob.

Producția mondială de fontă — atît de strîns legată de cocsificarea cărbunilor — nu era, acum mai bine de un secol (1870), decît de cca. 12 mil. tone, iar producția de oțel Martin, Bessemer și Thomas se ridica la aproximativ 700 de mii tone.

După o sută de ani (1970), producția mondială de fontă și de feroaliaje atinsese cifra de 439 mil. tone iar cea de oțel 594 mil. tone.

La numai 6 ani (1976) valorile au ajuns la 495 mil. tone fontă și 652 mil. tone oțel, fără a include în aceste cifre și producția realizată de R. P. Chineză.

Pentru 1985, prognozele ONUDI au prevăzut o producție de 900—1 000 mil. tone oțel (ceea ce corespunde la cca. 690—760 mil. tone fontă), iar pentru anul 2000 estimările aceleași surse oscilează între 1 400 și 1 750 mil. tone oțel (1 000—1 350 mil. tone fontă).

Dar oare în ce corelație sînt aceste cifre cu noua tinerețe a cărbunilor?

De fapt, este vorba de o legătură foarte strînsă impusă de specificul producerii industriale a aliajelor de fier cu carbonul (fonta și oțelul), singura modalitate ca elementul fier să se poată utiliza în construcția de mașini *.

Această cale obligă reducerea minereurilor de fier cu cocs, în furnale, pentru obținerea fontei și apoi afinarea acesteia, prin arderea parțială a carbonului pînă la obținerea oțelului! Iar cocsul... se obține din (anumite feluri de) cărbune.

Consumul specific de cocs la producerea fontei a scăzut pînă la cca. 450—570 kg pe tona de fontă produsă în 1980—1983, față de 636 kg/tonă fontă cît s-a realizat

* În afara unor cazuri speciale în care se utilizează oțel cu conținut de carbon, practic aproape de zero! (oțel Armco-tehnic pur).

în 1970—1972 și 800—900 kg/tonă fontă, cu două decenii în urmă. Iar acest consum — cu toată economia realizată — a reprezentat, în 1980, o cantitate de peste 370 mil. tone cocs, ceea ce corespunde consumării unei cantități de peste 500 mil. tone cărbune spălat special pentru cocsificare!

Prognoza anului 1985 arăta un necesar de cca. 400 mil. tone cocs pentru obținerea fontei, respectiv cca. 580 mil. tone cărbune folosit la fabricarea cocsului metalurgic și peste 700 mil. tone pentru obținerea întregii cantități de cocs utilizat de toți consumatorii.

În anul 1900, la producerea a 41 mil. tone fontă s-au consumat 50 mil. tone cocs, deși încă o bună parte a fontei se obținea arzînd în furnale mangal.

Și iată cum, deși consumul specific mediu de cocs în cel de al optulea deceniu al secolului a scăzut la circa jumătate din consumul realizat la începutul secolului și la circa două treimi din valoarea obținută în 1960, creșterea impetuoasă a cererilor de oțel și de fontă a impus și vor impune în continuare sporirea continuă a producției de cocs, respectiv a cantităților de cărbune folosite la producerea cocsului!

În domeniul producerii energiei, semnificativă pentru politica de folosire rațională a resurselor de energie primară, inițiată și urmărită cu consecvență de conducerea partidului și statului nostru, este linia indicată încă în directivele celui de al IX-lea Congres al P.C.R., care au prevăzut, de pe atunci, creșterea participării cărbunilor de circa două ori în 1975 față de 1965 și scăderea continuă a proporției de produse petroliere (păcură și motorină) și de gaze naturale folosite în acest scop.

Și aceasta în timp ce producția de energie electrică pe locuitor a crescut de la 905 kWh, în 1965, la 2 764 în 1977 *, iar participarea cărbunilor și a energiei hidroelectrice a ajuns la 41,65% față de circa 24,29% energie obținută prin arderea cărbunilor și din căderea apelor. În valoare absolută, energia obținută din cărbuni a crescut în acești ani de la 3 177 mil. kWh la 15,457 mil. kWh (de 5 ori!), față de o creștere a producției globale de energie electrică de la 17 215 mil. kWh la aproape

* 72 kWh/locuitor în 1938!

60 000 mil. kWh în 1977 (de 3,5 ori) și la 71 800 mil. kWh în 1985, din care 19 900 mil. kWh pe bază de cărbune.

Dar această tendință n-a rămas caracteristică numai țării noastre, deoarece, după cum arată unele studii publicate, în anul 1963 producția de energie primară pe glob a fost de 4 800 mil. tone combustibil convențional, din care cărbunii au reprezentat 2 100 mil. tone combustibil convențional (44%), țițeiul 1 700 mil. t.c.c (35%), gazele naturale 700 mil. t.c.c (15%), iar energia hidraulică 300 mil. t.c.c (6%). Energia nucleară nu era încă reprezentată prin cifre semnificative în acest an.

În timp ce în țările Europei de vest are loc o oarecare scădere a producției de cărbune, în țările socialiste C.A.E.R., cantitatea de cărbune (huile și antraciți) produsă a crescut în numai 25 de ani de la 539 mil. tone, în 1955, la 1 379 mil. tone, în 1980 (706 mil. tone în 1962 și 994 mil. tone în 1970), această tendință rămînînd o caracteristică permanentă în întreaga perioadă.

De altfel, și în S.U.A. unde, după cel de-al doilea război mondial, a avut loc o oarecare scădere a producției de cărbune, ulterior acest fenomen a dispărut și, de la producția de 395,5 mil. tone în 1962, s-a ajuns, numai după 2 ani, la 445 mil. tone, iar de atunci încoace s-au înregistrat producții de 550 mil. tone în 1970, 710 mil. tone în 1980 și 730 mil. tone în 1983, tendința fiind de 1 mld. tone în anul 2000.

Și dacă, în urmă cu cca. 20 de ani, specialiștii își aminteau cu o oarecare „nostalgie" de anii de glorie ai cărbunilor, astăzi ei pot să „contemple din plin" cea de a doua tinerețe a „diamantelor negre", a adevăratei pîini a industriei. Probabil că niciodată cărbunele nu va mai avea ponderea de la începuturile primei revoluții industriale, dar, în mod sigur, cantitatea exploatată și arsă sau prelucrată va crește continuu. Pînă și în S.U.A., unde țițeiul și derivatele sale ajunseseră să reprezinte în anii '70—'80 o cantitate — în echivalent caloric — de aproape trei ori mai mare decît cărbunele, se prevede ca, la sfîrșitul acestui secol, acest combustibil solid fosil să ajungă sau chiar să depășească cu puțin cantitatea de energie ce va fi obținută din produse petroliere!

Și nu numai producerea energiei electrice va consuma prin ardere cantități uriașe de cărbune, ci și industriile de prelucrare a cărbunilor.

Mașinile, instalațiile și utilajele diferitelor industrii, construcțiile cele mai diverse consumă oțel (oțel beton sau schelet metalic, armături și conducte etc.); oțelul înseamnă fontă, iar fonta înseamnă cocs *.

Și, bineînțeles, cocsul înseamnă cărbune, iar în timpul cocsificării cărbunilor rezultă o seamă de produse chimice, care, după ce au constituit bazele chimiei organice în secolul care a trecut, au fost puternic concurate și parțial înlăturate de produsele petrochimice și cele obținute din gaz metan.

Astăzi, după două decenii, datele problemei s-au inversat categoric! Vom vedea, mai departe, că și viitorul petrochimiei sau al benzinei pentru automobile vor fi probabil peste cîteva decenii legate de țițeiul sintetic sau metanolul obținut din cărbune!

Totul nu este decît o problemă de economicitate, de organizare rațională a exploatării și valorificării diferitelor resurse de materie primă, de repartizare rațională a eforturilor economice între diferite ramuri industriale. Și, în acest context, în acest mod de a privi dezvoltarea industrială, nu mai poate fi vorba de o detronare, de o eliminare totală a cărbunilor, cum s-a zis cîteodată, ci de o folosire a lor împreună cu celelalte resurse de energie și pe lîngă celelalte materii prime (de origine anorganică, vegetală sau chiar animală) în industria chimică, în așa fel ca eficiența lor industrială și economică să fie maximă în ansamblu și nu separat pe fiecare ramură, dezvoltată izolat și în concurență.

Istoria de milenii a cărbunilor, istoria de peste două secole și jumătate a cocsificării și de un secol a chimiei organice de sinteză și a producerii industriale a energiei

* Nici măcar aluminiul, care se obține prin electroliză, nu se poate lipsi de produsele obținute din cărbune, deoarece fabricarea plăcilor catodice și a anozilor ce asigură electroliza, consumă pînă la 19—29% smoală de cocserie; și în plus se mai folosește și o cantitate de 14,5—15 mii kWh de energie electrică/tona aluminiu, energie care se obține în mare măsură și prin arderea cărbunilor!

electrice, ca și răsturnările de situații din ultimele decenii arată că posibilitățile de folosire și prelucrare a cărbunilor sînt din nou în plină dezvoltare, cărbunele fiind o materie primă și un combustibil nu numai în trecut ci și în zilele noastre, ba încă și mai mult — o materie primă și un combustibil și în viitor !

Va avea loc însă o restructurare cantitativă și calitativă dar mai ales procentuală a domeniilor de folosire a cărbunilor. În timp ce, pînă mai ieri, calea ferată, în locomotivele cu abur, transporturile navale, cu vestitele vapoare ce lăsau dîre lungi de fum pe bolta întinsă deasupra mărilor și oceanelor, diferitele industrii care ardeau huile, în micile lor centrale de forță, ca și centralele electrice ce foloseau în focarele cazanelor combustibili solizi superiori, au fost cele mai mari consumatoare de cărbune, în viitor, începînd din zilele noastre și probabil pînă se vor epuiza toate rezervele exploatabile, centralele electrice vor consuma, chiar la gura minei, cantități imense de cărbune inferior — la noi în țară ligniți —, iar industria metalurgică, pentru fabricarea cocsului, și chiar și — într-o anumită măsură — consumul casnic, pentru combustibili înnobilați — nepoluanți — care se manipulează ușor și care ard fără fum, vor deveni consumatorii cei mai importanți pentru huile — „cărbunii de piatră". Gazificarea, pentru gaz natural sintetic (GNS), pentru chimizare, pentru obținerea benzinei sintetice sau a metanolului, hidrogenarea, pentru țițeiului sintetic, folosirea acizilor humici pentru îngrășăminte sau multe alte cutezătoare realizări tehnologice vor consuma tot cărbune.

De altfel, decît să arzi în focarele locomotivelor cărbune superior sortat (huile), să produci în acest fel abur, iar cu acest abur, destins în cilindrii, să pui în mișcare trenurile cu randament energetic inferior, este oricum mai rațional să arzi în uriașe termocentrale cărbuni inferiori (ligniți sau șisturi), să transporți energia electrică prin conductori și să pui în mișcare trenuri trase de locomotive electrice ! Randamentul energetic final poate fi chiar dublu, fără să mai pomenim de efectele economice sau de protecție a mediului ambiant.

Oare mai poate fi vorba de nostalgie ? Este cărbunele un reprezentant al trecutului ? Face el parte dintr-un

domeniu depășit ? Nimic din faptele și datele abia schițate mai sus nu mai acceptă astfel de judecăți și cu atît mai puțin astfel de afirmații.

Toate, absolut toate converg către celebrarea festivă a celei de a doua tinereți a cărbunelui. Bătrînul oștean bate pasul cu vigoare alături de cei mai tineri recruți, în focul luptei pentru resursele energetice ale omenirii !

Creșterea continuă a numărului oamenilor ce trăiesc pe acest glob, reluarea creșterii producției pe plan mondial cer atragerea tot mai largă a cărbunilor în circuitul economic, folosirea cît mai deplină a acestor importante resurse naturale de energie.

De altfel, unele din ultimele date publicate asupra resurselor și rezervelor de purtători de energie epuizabili arată că aceștia cuprind o proporție de 58% cărbuni ; 12% țiței ; 7% gaze naturale ; 10% bitumene (țițeiuri grele) în nisipuri bituminoase ; 5% bitumene în șisturi bituminoase și 8% uraniu.

Paginile care urmează vor să pledeze și să convingă pe cititor că acest combustibil solid, greu manipulabil, poluant în unele condiții, căruia mulți i-au cîntat prohodul, nu este doar un combustibil și o materie primă ce aparține în exclusivitate trecutului, ci o resursă care are în față un întreg viitor !

Și, după cum arăta tovarășul Nicolae Ceaușescu în *Raportul la al XIII-lea Congres al P.C.R.*, „și în cel de-al 8-lea plan cincinal vom pune pe primul plan dezvoltarea bazei energetice și de materii prime — condiție hotărîtoare pentru progresul întregii economii naționale. Producția de energie electrică va ajunge, în 1990, la 95—97 miliarde kWh. Se vor dezvolta puternic energia pe cărbune și șisturi bituminoase, ajungînd la aproape 38 miliarde kWh, precum și energia hidroelectrică și energia nucleară. Producția de cărbune va trebui să atingă cel puțin 100 milioane tone".

CĂRBUNELE PRINTRE CELELALTE MINERALE

Biosfera Terrei, care, deși din punct de vedere cantitativ, reprezintă cea mai mică unitate geochimică a Pământului, are totuși acțiunea cea mai puternică în modificările suferite de către acesta, mai ales la suprafața lui.

Cercetările biogeochimice efectuate au arătat că biosfera a avut un rol hotărîtor în formarea atmosferei.

Astfel, oxigenul din aer este un produs al fenomenelor biologice, un „deșeu" al fotosintezei, al acumulărilor de substanță organică și de energie în corpul plantelor. Dioxidul de carbon din atmosfera inițială a Pământului a fost redus de activitatea plantelor la nivelul de numai 0,03%, atît cît este astăzi în compoziția ei.

În circa 2 milioane de ani — ceea ce din punct de vedere geologic și chiar biologic este foarte puțin — plantele au descompus o cantitate de apă egală cu apa conținută în întreaga hidrosferă, în apa tuturor rîurilor, mărilor și oceanelor!

De-a lungul erelor geologice, oxigenul a trecut de mai multe ori din atmosferă în biosferă și apoi în hidrosferă și invers. O bună parte din rocile litosferei (calcare, anumite minereuri de fier și mangan de origine organică, țițeiul și cărbunii) se formează sub acțiunea biosferei, care influențează în mod indirect și conținutul de oxigen al diferitelor roci eruptive mai tinere.

Există un ciclu al diferitelor elemente tipice biosferei numite elemente biofile, al elementelor celor mai importante în desfășurarea vieții, pe lîngă multe altele ce participă doar cîteodată la constituția biosferei. Hidrogenul, carbonul, oxigenul, azotul și fosforul reprezintă fiecare între 2 și 60% din constituția materiei vii, fiind elemente permanente, primare, ale acesteia, în timp ce sodiul,

Soarele este izvorul diferitelor forme de energie primară pe Pămînt, în afara energiei nucleare.

magneziul, sulful, clorul, potasiul, calciul, fierul, în proporție de 1—0,005%, reprezintă elemente secundare, pe cînd borul, fluorul, siliciul, manganul, cuprul și iodul apar doar sub formă de microelemente.

O serie întreagă de alte elemente apar întîmplător, în mod cu totul secundar sau numai ca impurificări ale materiei organice. În general, în cadrul aceleiași perioade din tabelul lui Mendeleev, elementele cu greutăți moleculare mai mari apar mai rar în organismele vii sau sînt chiar otrăvitoare pentru acestea.

De fapt, doar cîteva din elementele sistemului periodic (cele din grupa platinei, a metalelor rare, a gazelor nobile mai grele, precum și elementele radioactive cu

timp de înjumătățire redus) n-au putut fi identificate în organismele vii.

Acumularea diferitelor elemente în biosferă diferă mult de cea din litosferă nu numai în privința proporțiilor lor, cît și al proporțiilor izotopilor lor stabili. Astfel, cercetările au arătat că valoarea raportului C^{12}/C^{13} este de 90,3—93,1 în substanțele organice, 87,9—90,2 în substanțe anorganice de origine terestră și 89,9—92 în meteoriți. Deuteriul, hidrogenul greu pare-se că se acumulează în țițeiuri și în gaz metan etc.

Dintre toate componentele biosferei, pe noi ne interesează cel mai mult carbonul, elementul constitutiv al tuturor substanțelor organice, materia de bază a cărbunilor. Astăzi este stabilit în mod cert că formarea cărbunilor din masa organică a plantelor ce au crescut în diferite ere geologice s-a desfășurat tocmai prin îmbogățirea substanței organice a acestora în carbon.

Energia radiată de soare și captată de plante se regăsește, după un lung ciclu de transformări, într-o formă conservată în cărbuni.

Radiațiile soarelui reprezintă energia degajată de respectivul astru în spațiul cosmic, energie care provine din lanțul reacțiilor termonucleare din masa acestuia, prin care se formează un atom de heliu din patru atomi de hidrogen...

După Bethe, la temperaturile de zeci de milioane de grade și la densitatea de 70 g/cm^3 din centrul soarelui se desfășoară un lanț de reacții nucleare din care rezultă o particulă alfa — ce se formează din patru protoni și doi pozitroni, concomitent cu degajarea unei cantități de $6{,}6.10^6$ kcal...

Multă vreme nu s-a putut stabili cu ajutorul căror forțe și prin ce mijloace își construiește planta, din apă și din aer, corpul. Abia lămurirea fenomenului asimilației clorofiliene a făcut lumină în procesul prin care, cu ajutorul energiei captate sub forma razelor solare, planta produce din cei 0,03% bioxizi de carbon în aer, amidon și apoi celuloză, în care se găsesc 46%, respectiv 50% carbon.

Toată reacția se poate reprezenta simplu :

$$CO_2 + H_2O + kcal \rightarrow (C_6H_{10}O_5)_n + O_2$$

(dioxid de carbon din aer) + (apă) + (energie solară) → (celuloză) + (oxigen eliminat în aer)

La arderea celulozei din lemn sau din hîrtie reacția se desfășoară în sens invers :

$$(C_6H_{10}O_5)_n + O_2 \rightarrow CO^2 + H_2O + kcal$$

(celuloză) + (oxigen din aer) → (dioxid de carbon) (apă) + (căldură)

De fapt, mecanismul întregii reacții este mai complex și mai puțin lămurit.

La început se formează unități mai simple, care apoi sînt transformate în celuloză sau lignină sau alte substanțe componente ale corpului plantei.

Iată deci cum plantele, atît cele din pădurile imense ale carboniferului, cît și cele mărunte — mușchii și algele zilelor noastre — constituie materia primă de bază pentru formarea turbelor și, din acestea, a cărbunilor.

Compoziția elementară a diferiților cărbuni trădează ușor originea materialului de bază ce a luat parte la formarea lor.

Din tabelul alăturat, trebuie remarcat fenomenul compactizării straturilor sedimentate — atît prin pierderea unei părți a materialului genetic prin fenomenele de devolatilizare, pierdere de gaze, rupere de compuși mai ușori din structura chimică inițială etc., ce însoțesc transformarea materialului vegetal în turbă și apoi în cărbune, huilă, antracit și în final grafit — cît și prin creșterea densității materialului. În acest fel, dintr-un strat de material vegetal cu o grosime de 15 m se ajunge, prin transformarea într-o huilă de cocs, la un strat cu o grosime de numai 1 m ! (și de numai 0,4 m la atingerea formei de grafit !).

Peste tot, atît în plante cît și în cărbuni, de la cei mai tineri pînă la cei mai bătrîni, în algele microscopice

Tabelul nr. 1

	Compoziție elementară						Materii volatile %	Reziduul masei vegetale	Grosimea relativă
	% greutate			% atomice					
	C	H	O	C	H	O			
Plante	50,5	6,2	43,3	32,1	43,3	20,6	(—)	100	15
Turbă	60,5	6,0	33,5	38,4	45,7	15,9	60	70	3
Cărbune brun	72	5,3	22,7	47,1	41,7	11,2	45—60	50	1,5
Huila flambantă	79	5,4	15,6	50,8	41,6	7,6	40—45	42	1,2
Huila de gaz și huila grasă	85	5,5	9,5	54,0	41,8	4,2	25—40	37	1,0
Huila slabă degresantă	92,0	5,0	3,0	59,6	38,9	1,5	10—25	34	0,9
Antracit	94—96	4—1	1—3	66—89	32—9	1—2	4—10	30	0,6
Grafit	100	0	0	100	0	0	0	26	0,4

sau în *Sequoia gigantea*, principalul element constitutiv este carbonul.

Calculînd cantitatea de carbon ce se găsește în plantele și în animalele vii, se ajunge la o cifră de 700 miliarde tone carbon, care totuși reprezintă destul de puțin, pe lîngă cele 1 200 miliarde tone carbon ce se găsesc în zăcămintele de turbă sau cele peste 7 000—8 000 miliarde tone carbon acumulate de-a lungul erelor geologice în diferitele feluri de cărbune. Dar nici aceste cifre nu cuprind întreaga cantitate de carbon ce se găsește și circulă încă în natură. Astfel : se mai găsesc 4 000 miliarde tone carbon în solul arabil, 2 200 miliarde tone de carbon în aer, 184 000 miliarde tone în apa mărilor și 4 756 000 miliarde tone carbon — de astă dată anorganic — este cuprins în rocile sedimentare ale globului nostru. Tot acest carbon este în circulație continuă.

— Plantele leagă carbon din atmosferă.

— Animalele, plantele, prin respirația lor de noapte, și toate focurile ce ard pe pămînt elimină dioxid de carbon.

— Pămîntul însuși, în mofete și în izvoare de ape carbo-gazoase, elimină dioxid de carbon.

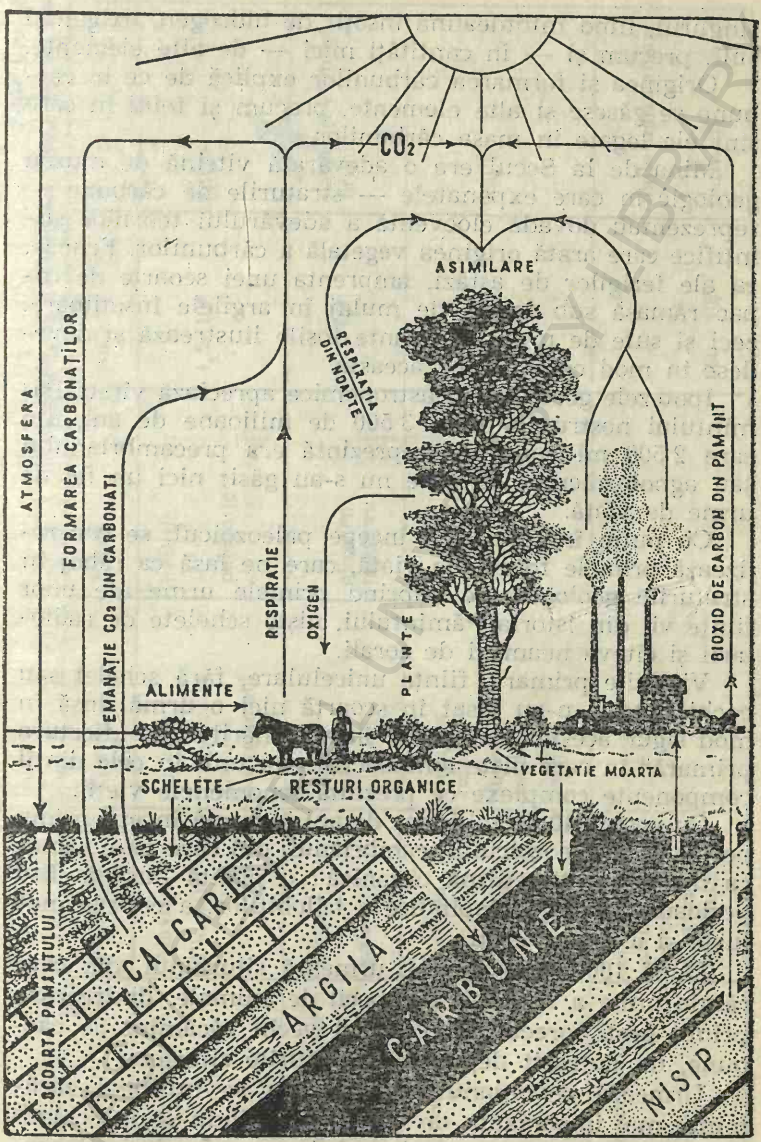
— Resturile organice ale plantelor și animalelor se transformă, în condiții anaerobe, prin sedimentare, în cărbune (sau s-au transformat în cărbune și țițeiul). Cărbunele, ca și derivatele țițeiului, este ars în sobe, în cuptoare industriale, în focare de tot soiul, carbonul transformîndu-se din nou în dioxid de carbon.

— Cochiliile a miliarde de scoici (și scheletele a milioane de animale) formează sedimente imense ce conțin, în rocile calcaroase formate mai ales din carbonat de calciu, cantități însemnate de carbon.

Toate acestea se află într-un circuit imens, în care organicul și anorganicul schimbă în mod continuu, într-o direcție sau alta, circulația carbonului din natură.

În acest proces deosebit de complex, o legătură deosebit de importantă este reprezentată de veriga cărbunilor.

Cele circa 7 000—8 000 miliarde tone carbon ce sînt cuprinse în zăcămintele de cărbune corespund la circa 13 miliarde tone cărbune, întrucît carbonul este cel mai important element al constituției cărbunilor, dar nu este



Miliarde și miliarde de tone de carbon circulă în natură.

singurul, fiind întotdeauna însoțit de hidrogen, oxigen și sulf, precum și — în cantități mici — de alte elemente.

Originea și formarea cărbunilor explică de ce în cărbune se găsesc și alte elemente, precum și felul în care sînt ele legate în masa cărbunilor.

Mina de la Secul era o adevărată vitrină de muzeu geologic în care exponatele — straturile de cărbune — reprezentau dovada elocventă a adevărului teoriilor științifice care arată originea vegetală a cărbunilor. Frunze, ca ale ferigilor de astăzi, amprenta unei scoarțe de copac rămasă sub formă de mulaj în argilele însoțitoare, zeci și sute de urme de plante fosile ilustrează și dovedesc în mod convingător aceasta.

Ipotezele geologice și astronomice apreciază vîrsta Pămîntului nostru la peste 3 500 de milioane de ani, din care 2 500 milioane ani reprezintă era precambrianului sau agnotozoicului, în care nu s-au găsit nici un fel de urme de viață.

Cu puțin înainte de a începe paleozoicul, se concretizează primele forme de viață, care ne lasă ca răboj în straturile geologice ce cuprind primele urme ale unor ființe vii din istoria Pămîntului, niște schelete de radiolarii și cîteva neamuri de corali.

Vietățile primare, ființe unicelulare, fără schelet sau cochilie tare, n-au lăsat în scoarță nici o urmă, însă în mod sigur acestea au apărut în apa mărilor, în „fiertura primară" în care niște aminoacizi s-au unit în cele dintîi componente complexe ce prezintă fenomenele vieții.

Cu peste 540 de milioane de ani în urmă începe prima perioadă a paleozoicului, cambrianul, din care ne-a rămas ca martoră întîia urmă organică : o plantă marină. Era perioada de largă răspîndire a trilobiților, a cîtorva moluște și a unor bureți.

După 100 milioane ani, urmează silurianul, din care rămîn urme a zece mii de specii de animale, dintre care primii pești, precum și cel mai vechi zăcămînt de cărbune, un antracit depus între șisturile siluriene.

Urmează devonianul, în care nu se întîlnesc zăcăminte mai importante de cărbune, găsindu-se în schimb zăcăminte importante de țiței și de gaze. În perioada următoare, în carbonifer, se produce o explozie în dezvol-

Tabelul nr. 2

Vîrsta geologică a diferitelor tipuri de cărbune

Era	Perioada	Epoca	Vîrsta	Ani	Tip de cărbune
Neozoic superior	Aluvian diluvian	actuală postglacială glacială anteglacială	neolitic paleolitic	$1{,}5 \cdot 10^6$	turbe
Neozoic inferior	neogen paleogen	pliocen miocen	oligocen paleocen	$55 \cdot 10^6$	ligniți și cărbuni bruni
Mezozoic	cretacic jurasic liasic	superior inferior superior mediu inferior		$180 \cdot 10^6$	huile
Paleozoic	permian carbonifer devonian silurian cambrian			$600 \cdot 10^6$	huile antracitoase antraciți

BCU IAȘI - CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

tarea plantelor, care, acumulîndu-se în cantități uriașe, timp de 75 milioane ani, au format imense zăcăminte de cărbune pe întreaga suprafață a pămîntului.

În Donet, în Ruhr, în nordul Franței, în podișul Boemiei, în S.U.A., în R. P. Chineză, în Noua Scoție, în Marea Britanie, în Siberia, în Pennsylvania și, în țara noastră, la Lupac, la Secul și la Baia Nouă, într-o cantitate totală de peste 3 000 miliarde tone, aproape 40% din totalul rezervelor de cărbune de pe glob s-a acumulat în carboniferul superior și în permian.

Lepidodendroni de 30—40 m înălțime (aproape cît Palatul telefoanelor din București), copaci uriași din neamul ferigilor, cu frunze solzoase lipite de trunchi, se învecinau cu calamiții, care erau mult mai înalți decît brazii zilelor noastre, cu sigilariile, care-și datorează numele frunzelor așezate direct pe trunchiul copacului, unde lăsau urme de pecete.

În această perioadă, după datele geologice și paleobotanice, clima a fost extrem de uniformă, caldă și umedă, și — după unele teorii — conținutul de dioxid de carbon al atmosferei era mai ridicat decît astăzi, toate aceste circumstanțe contribuind la această dezvoltare impetuoasă a lumii plantelor.

Acele păduri imense din paleozoic și mezozoic nu semănau deloc cu pădurile de astăzi ; nu existau copaci cu frunze, nici flori, aerul nu era străbătut în zbor de fluturi multicolori sau păsări cîntătoare. Nici măcar coniferele nu apăruseră în această perioadă.

Mlaștinile întinse ce se formau din cauza variațiilor lente ale nivelului apelor mărilor și lagunelor au contribuit la conservarea și transformarea acestor cantități enorme de material lemnos în cărbune.

Mișcările alternative, de ridicare și coborîre ale scoarței pămîntului, viteza și frecvența acestora au determinat grosimea straturilor de cărbune, precum și grosimea totală a diferitelor formații productive.

În Silezia, grosimea totală a straturilor de cărbune și a intercalațiilor sterile dintre ele reprezintă 3 500—5 000 de metri.

În Kazahstan, straturile purtătoare de cărbune ale bazinului carbonifer de la Echi-Mostuz măsoară 800 de me-

Peisaj din perioada carboniferă.

Clase		Grupe		Umidit. higroscopică a cărbunelui uscat în aer	Umidit. totală a probelor de laborator	Materii volatile raportate la masa combustibilă	Puterea calorică superioară raportată la masa combust.
Denumirea	Simbol	Denumirea	Simbol	%	%	%	kcal./kg
1	2	3	4	5	6	7	8
Turbă	T		—	30	30—90	65—75	4 800—5 600
		Cărbune brun pământos	B.P	20	20—65	55—75	5 300—6 500
Cărbune brun	B	Cărbune brun lemnos (lignit)	B.L	9—20	17—45	53—68	5 600—6 600

Tabelul nr. 3

Caracteristicile fizico-chimice, aspectul petrografic și alte caracteristici speciale ale claselor și grupelor de cărbuni din R.S.R.

Puterea calorică inferioară raportată la masa combustib. kcal/kg	Aspectul cocsului	Conținutul de C raportat la masa organică %	Conținutul de H raportat la masa organică %	Conținutul de O raportat la masa organică %	Aspectul cărbunelui și caracteristicile speciale
9	10	11	12	13	14
4 500—5 300	praf	52—62	5,5—6,6	31—43	Structură vegetală fibroasă pronunțată. Culoare: galben deschis pînă la brun negru.
5 000—6 200	praf	60—68	5,3—6	26—35	Aspect pămîntos amorf, sfărîmicios, fără structură vegetală. Culoare: brun închis. Se poate bricheta fără liant. Urmă brună.
5 300—6 300	praf	62—72	5,2—5,9	22—23	Aspect lemnos. Culoare: galben brun pînă la negru. Structură lemnoasă pronunțată. Exfoliere naturală. Spărtura lemnoasă conține uneori incluziuni cu aspect pămîntos sau negru lucios. Urmă brună.

BCU IAȘI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

1	2	3	4	5	6	7	8
		Cărbune brun mat	B.M.	8—15	10—20	45—55	6 000—7 000
		Cărbune brun smolos	B.S.	5—10	6—15	43—53	6 200—7 500
Cărbune brun huilos			B.H.	—	—	2—5	3—7	42—52	6 400—7 700
		Huilă flambantă	H.F.	2—3	3—7	41—50	6 800—7 800
		Huilă pentru gaz	H.G.	1—2,5	3—7	35—45	7 000—8 400

BCU IAȘI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Tabelul nr. 3 (continuare)

9	10	11	12	13	14
5 700—6 700	praf	67—74	5,0—5,7	20,3—28	Aspect mat, pietros. Culoare: brun negru, eventuale urme de structură lemnoasă. Spărtura complet plană, uneori pămîntoasă. Urmă brună.
5 900—7 200	praf	69—78	5,0—5,7	20,3—28	Aspect smolos, lucios. Culoare: negru brun pînă la negru. Structură compactă. Spărtură concoidală. Urma: brun închis.
6 100—7 400	praf uneori cu început de aglomerare	70—79	4,8—5,7	16—25	Culoare: închisă. Fișii alternative lucioase, mate, spărtură plană sau plan concoidală. Urmă neagră cu nuanță brună.
6 500—7 500	slab aglomerat	75—80	4,5—5,5	14,5—21	Culoare: neagră. Fișii alternative lucioase mate. Spărtură plan concoidală. Urmă neagră cu nuanță brună.
6 700—8 100	umflat pînă la spongios	75—84	4,5—5,5	10,5—21	Culoare: neagră. Stratificarea puțin clară; lucios. Spărtură plană sau concoidală. Urmă neagră cu nuanță brună.

BCU IAȘI / CENTRAL UNIVERSITY

1	2	3	4	5	6	7	8
Huilă	H	Huilă Grasă	H.Gr.	1—2,5	2—5	25—38	7 300—8 400
		Huilă pentru cocs	H.C.	1—2,5	2—5	19—32	7 500—8 800
		Huilă slabă gresantă	de-H.S.	2	5	10—19	7 900—8 900
		Huilă antracitoasă	H.A.	1,5	5,0	4—10	8 200—8 800
Antracit	A	—	—	7	10	1—4	7 800—8 400

tri în grosime și ascund în rezervele lor circa 10 miliarde de tone de cărbune.

Cu cîteva pagini mai înainte, am văzut că raportul dintre masa vegetală și masa unor huile de acest tip este de circa 3 : 1, așa încît se poate socoti că în acest zăcămînt au fost inundate și conservate sub mîl 30 miliarde tone masă lemnoasă — circa 100—150 miliarde m.c. !

Marea carboniferă se întindea din apusul Europei pînă în Donbas și în bazinul Moscovei, scăldînd cu apele sale

Tabelul nr. 3 (continuare)

9	10	11	12	13	14
7 000—8 400	Umflat	78—88	4,5—5,5	6,5—18	Culoare: neagră. Luciu puternic, de cele mai multe ori sfărîmicios și prăfos. Urmă neagră.
7 300—8 600	dur rezistent compact	81—90	4—5	6—15	Culoare: neagră. Luciu puternic, de cele mai multe ori sfărîmicios și prăfos. Urmă neagră.
7 700—8 700	de la aglomerat pînă la praf	86—92	3,5—4,8	3,2—11	Culoare: neagră. Luciu puternic, de cele mai multe ori sfărîmicios și prăfos. Urmă neagră.
8 100—8 700	praf	88—94	3,5—4,8	1,2—9	Culoare: neagră. Luciu puternic, de cele mai multe ori sfărîmicios și prăfos. Urmă neagră.
7 700—8 300	praf	92—98	1—4	0,5—5,7	Culoare: neagră. Luciu metalic, de obicei sfărîmicios. Urmă neagră.

și bazinul actual al Banatului. În era care urmează, a mezozoicului, depozitele de material vegetal au fost mai puțin bogate, doar în perioada jurasicului găsindu-se ceva rezerve, care însă nu cuprind mai mult decît acumulările carboniferului.

Mezozoicul, care a ținut circa 115 milioane de ani, este caracterizat prin dezvoltarea extraordinară — explozivă! — ce are loc în lumea animalelor, fiind dominat de răspîndirea și dezvoltarea neîngrădită a repti-

lelor ce au cucerit pe rînd apele, uscatul și aerul și care au ajuns la mărimi uriașe, neatinse de atunci încoace de nici un animal.

Mezozoicul a fost era în care au apărut prima floare, prima pasăre, primul mamifer și primele plante cu frunze.

Zăcămintele de cărbuni de la Anina și de la Doman, de la Cozla, Rudăria și Bigăr din Banat, de la Codlea, lîngă Brașov, precum și antracitul de la Schela Gorj, ca și cărbunii din R. P. Chineză, și huilele din Karaganda s-au format în liasic, prima perioadă din mezozoic.

În neozoicul care urmează au avut loc depuneri masive de material genetic, ce s-a metamorfozat pînă astăzi în cărbuni bruni și mai ales ligniți. 54,4% din totalul rezervelor de cărbuni de pe glob s-au depus în această perioadă.

Zăcămintele din Valea Jiului aparțin oligocenului, în timp ce marile zăcăminte de cărbune brun pămîntos din R. F. Germania, de lignit din patria noastră s-au depus în miocen, în pliocen, în diferitele vîrste ale acestor epoci geologice.

Cuaternarul înregistrează an de an creșterea zăcămintelor de material genetic — care se transformă chiar astăzi în zăcămintele de turbă din bazinele Făgărașului, Dornei și de la Miercurea Ciuc.

De astă dată, istoria — de fapt doar forma de azi a mărturiilor geologice —, nu reproduce logica și evoluția desfășurării evenimentelor ci, ca un film rulat invers, încheie firul faptelor cu începutul...

Schimbările care au loc în structura și în compoziția chimică a materialului genetic și a cărbunilor în procesul îndelungat de transformare a plantelor în turbe, cărbuni bruni, huile și antracit fac parte din fenomenele ce caracterizează „metamorfismul cărbunilor", „carbonificarea", „încărbunarea" sau „încarbonizarea" materialului genetic.

Din masa lemnului în care se găsesc : circa 50% carbon, 6% hidrogen, 44% oxigen, pe măsura transformării în cărbuni, pleacă procente din ce în ce mai mari de oxigen și de hidrogen, în așa fel încît la sfîrșitul pro-

cesului de încărbunare cărbunii cei mai carbonificați nu mai conțin decît cîteva procente de hidrogen și oxigen și circa 98% carbon.

Diferitele trepte de metamorfism duc la apariția altor proprietăți și caracteristici pentru cărbunii din treapta respectivă de carbonificare.

În această scară lungă, cei mai tineri cărbuni sînt turbele, care au 52—62% carbon în compoziția substanței lor organice, sînt născute în apă și îmbibate de ea. Înainte de a fi folosite, turbele trebuie bine uscate, ca apoi, presate sau tăiate sub formă de cărămizi, să fie arse în sobe la țară sau în generatoarele de gaz.

Turba este uneori întrebuințată ca atare, în locul paielor, în grajduri, sau ca îngrășămînt, pe ogoare, ori la băi terapeutice, ca nămol de turbă. De altfel, turba, cel mai tînăr cărbune, se formează și în zilele noastre, turbăriile crescînd în fiecare an cu un întreg strat de plante, mai ales mușchi.

Cărbunii cu 60—78% carbon în substanță organică — cărbunii bruni și ligniții ce dau destul de puțină căldură și care nu pot fi duși din această cauză la distanțe prea mari, transportul lor fiind neeconomic —, sînt transformați în energie electrică, în termocentrale așezate la „gura minei", ca la marile termocentrale de la Rogojelul, Turceni, din bazinul Gorjului, ca apoi energia electrică produsă prin arderea lor să ducă pînă la cele mai îndepărtate fabrici și cătune energia și lumina soarelui din epocile de demult apuse.

Huilele, și ele de mai multe feluri, conținînd 75—92% carbon *, sînt întrebuințate mai ales la producerea cocsului, a combustibilului pe care se bazează întreaga industrie de fabricare a fontei și a oțelului, întreaga siderurgie.

Huilele mai tinere, ce nu pot fi folosite în acest scop, erau, pînă nu de mult, arse în cazanele locomotivelor și ale vapoarelor, ducînd prin forța soarelui închis în moleculele lor trenurile pe drumurile lor lungi de oțel ce brăzdează continentele, sau vasele pe căile fără de pulbere ale mărilor și oceanelor ; astăzi însă a devenit dominantă folosirea lor la termocentrale care, de astă dată, pot fi

* Tot la substanța organică.

Specia și denumirea		Simbol	Apartenența geologică		
			Perioada	Epoca	Vîrsta
1	2	3	4	5	6
Acizi humici liberi în cantități mari	Turba Tipuri: a) Mîndra Făgăraș b) Miercurea Ciuc c) Dersca Dorohoi d) Poiana Stampei e) Călățele Huedin	T	Aluviu	Actual	Actual și neolitic
	1. Cărbune brun amorf pămîntos Tipuri:	BP			
	a) Vărghiș		Neogen	Pliocen	Dacian
	b) Ilieni		Neogen	Pliocen	Dacian
	c) Pralea		Neogen	Pliocen	Levantin
	d) Căpeni		Neogen	Pliocen	Dacian
Acizi humici metamorfozați parțial sau total în humine	2. Lignit Tipuri:	BL			
	a) Derna Tătăruș (Borumlaca) (Vărzari)		Neogen	Pliocen	Dacian Ponțian
	b) Schitu Goleşti		Neogen	Pliocen	Ponțian
	c) Filipeşti		Neogen	Pliocen	Dacian
	3. Cărbune brun mat Tipuri:	BM			
	Șorecani		Paleogen		Oligocen
	4. Cărbune brun lucios Tipuri:	BS			
	a) Comănești		Neogen	Pliocen	Meoțian
	b) Codlea		Jurasic	Inferior	Liasic
	5. Cărbune brun huilos Tip:	B/H			
	Dîlja (spălat)		Neogen	Mediteranian	Acvitanian

Tabelul nr. 4

Caracteristicile cîtorva zăcăminte de cărbuni din România*

Raportat la masa combustibilă						
Compoziție elementară în %					Putere calorică în kcal/kg	
Carbon	Hidrogen	Oxigen + azot	Materii volatile	Sulf combustibil	Superioară	Inferioară
7	8	9	10	11	12	13
54—62	5,6—6,5	32—42	60—73	0,05—5,5	4 900—5 800	4 500—5 400
58—62	5,6—6,5	32—33	63—68	0,08—4,1	5 300—5 800	5 000—5 400
57—60	5,6—6,0	32—36	65—68	0,2—1,1	5 300—5 700	5 000—5 300
52—57	5,6—5,8	32—40	60—69	0,1—5,1	4 900—5 400	4 600—5 100
56—60	6,2—6,3	33—37	68—72	0,09—0,3	5 100—5 600	4 900—5 200
53—60	5,9—7,4	34—41	66—73	0,03—0,5	4 900—5 600	4 600—5 300
61,48	5,59	32,48	56,50	0,45	5 700	5 450
—	—	—	—	—	—	—
59,09	5,05	34,95	57,25	0,91	5 088	4 816
64,34	5,48	28,76	52,98	1,42	6 060	5 764
61,92	5,30	26,16	55,32	6,6	6 004	5 718
61,99	5,24	29,34	52,38	3,4	5 992	5 709
66,29	5,49	27,34	53,74	0,88	6 438	6 140
65,35	5,45	24,91	56,84	4,29	6 273	5 979
71,13	5,21	17,53	45,23	6,13	7 028	6 747
71,43	5,41	20,97	45,93	2,19	7 070	6 778
72,61	5,48	19,54	45,32	2,37	7 273	6 977
68—72	5,2	22,8—26,8	45—47	2,15	7 280	6 970

* după I. Blum.

1	2	3	4	5	6
Humine foarte metamorfozate	Huile Tipuri: a) Huilă flambantă tip Petrila	HF	Neogen	Mediteranian	Acvitanian
	b) Lupeni* (spălat)	HG	Neogen	Mediteranian	Acvitanian
	c) Anina (spălat)	HC	Cretacic	Inferior	Aptian
	d) Baia Nouă	HA	și jurasic	Inferior	Liasic
	Antraciți Tip: Schela	A	Jurasic și Permian	Inferior (Primar)	Liasic

* Deși aparțin aceleiași vîrste geologice ca și cărbunii bruni huiloși, tînără, și anume „huilă de gaz" (HG)

așezate mai aproape de consumatori, o parte a căldurii fiind folosită la încălzitul caselor sau în scopuri tehnologice prin termoficare.

Antracitul, cel mai bătrîn, cel mai incarbonizat cărbune, arde greu, fără flacără vizibilă, dar dogoarea albă a jarului acestuia radiază căldură multă, deși nu iese nici un fel de fum vizibil pe coșul sobelor.

Conținînd aproape numai carbon — între 92 și 98% — antraciții sînt folosiți mai ales la fabricarea electrozilor pentru industria chimică și pentru metalurgie. În cazuri mai rare, antraciții pot fi arși, cu condiția asigurării unui tiraj foarte bun în focarele respective, sau folosiți la aglomerarea minereurilor.

În cazurile cînd presiunile și temperatura adîncurilor au atins valori foarte mari, ici colo, în scoarța pămîntului au apărut cuiburi de grafit natural, care, avînd 100% carbon în masa organică, nici nu mai este socotit a face parte din cărbuni, fiind de fapt forma în care e prezent în natură elementul carbon cristalizat în sistemul hexagonal, cealaltă formă fiind diamantul, ce apare sub forma unor cristale octoedrice.

Tabelul nr. 4 (continuare)

7	8	9	10	11	12	13
71—73	5,0	22—23	42—43	0,8—2	7 550	7 300
75—92	3,5—5,8	4—15	12—40	1—4	7 600—8 800	7 200—8 700
81,32	5,21	11,27	42,2	2,20	8 147	7 858
85,3	4,22	10,0	28,4	0,48	8 382	8 149
88,52	3,79	7,34	10,49	0,35	8 882	8 686
90—98	1—3	1—3	3—6	0,3—4	7 800—8 300	7 700—8 200
95,87	1,13	2,41	2,02	0,59	8 150	8 089

după compoziție și însușiri (vîrstă chimică) se încadrează în tipul de huilă

Studiile făcute asupra cărbunilor au arătat că celuloza și lignina plantelor dispar în procesul de carbonificare, transformîndu-se în compuși cu greutate moleculară mare, în care proporțiile celor trei elemente principale, carbon, hidrogen și oxigen, sînt din ce în ce mai deplasate către procente tot mai mari de carbon, concomitent cu scăderea corespunzătoare a conținuturilor de oxigen și de hidrogen, cum rezultă din tabelul următor.

Fenomenele geologice și chimice care au însoțit formarea și metamorfismul cărbunelui au adus în compoziția acestuia și alte elemente, dintre care cele mai importante sînt sulful (0,5—3%, rareori peste) și azotul (1,5—2%).

În cărbuni, atomii de carbon sînt legați mai ales în cicluri hexagonale. Acestea se combină între ele în cele mai diferite feluri, formînd plase și structuri spațiale întinse de rețele de carbon, rețele de cicluri aromatice.

Această „plasă" cu ochiuri hexagonale reprezintă structura chimică de bază a cărbunelui. De ea, pe margine sau pe la ochiuri, ici și colo, sînt prinși atomi de carboni nelegați în cicluri, care se înlănțuie în mod liber

Tabelul nr. 5

Carbonificarea materialului vegetal

	C %	O %	H %	N %	Materii volatile %	Umiditate hidroscopică %
Lemn	50	43,9	6	0,1	(—)	15
Turbă	59	33,6	5,7	1,7	60	20—35
Cărbuni bruni	68	25,7	5,3	1,0	45—60	15—30
Huile de gaz	82	11,2	5,4	1,4	30—45	2—5
Huilă grasă	89,5	3,9	5,0	1,6	25—30	1—3
Huilă slabă	92,0	2,5	4,0	1,5	10—25	1—2
Antracit	95	2,0	2,0	1,0	4—10	1—2
Grafit	100	—	—	—	—	—

unul după altul, ca franjurile unui covor. Ca la o țesătură neterminată și netivită, de marginile plasei atîrnă fire formate din astfel de lanțuri de carbon.

Printre cicluri se găsesc unele la care o parte din atomii de carbon sînt înlocuiți cu alte elemente, în forme numite heterocicli. Chiar și lanțurile laterale sau punțile dintre inele pot conține alte elemente.

De ciclurile hexagonale în lanțuri sînt legați, din loc în loc, mai ales spre capete, atomi de hidrogen și de oxigen, sau diferiți radicali sau grupe funcționale.

Mai multe plase de acest fel, îmbinate prin franjurile de pe marginile lor, formează împreună marile unități structurale ale cărbunelui, ce se întind spațial în toate direcțiile.

Razele X și felul în care electronii străbat masa cărbunelui, împreună cu tot ce se știe despre compoziția chimică și comportarea fizico-chimică a acestora, au permis oamenilor de știință să reprezinte astfel structura cărbunelui, cu toate că n-a fost construit încă microscopul prin care să se poată vedea felul cum se înlănțuie atomii. Experimentările făcute ulterior, cu mijloace din ce în ce mai perfecționate și cu modelarea anumitor

fenomene pe polimeri cu structură cunoscută, au confirmat — în parte — cele ce au fost presupuse în diferite ipoteze.

Cunoașterea structurii cărbunilor are o mare importanță la folosirea lor cît mai rațională și economică, mai ales acolo unde din cărbune nu se obține doar energia ce se poate elibera prin ardere, ci și o mulțime de produse : la chimizarea cărbunilor și la fabricarea cocsului !

Se produc și se folosesc astăzi, în fiecare an pe glob, peste 3 miliarde tone de cărbune (1980).

La noi în țară, Banatul și Valea Jiului sînt cele mai vechi regiuni în care se exploatează cărbune. Huilele bătrîne din Banat au fost folosite cu peste 100 de ani în urmă în uzinele metalurgice de la Anina, Bocșa și Reșița, în timp ce marea bogăție a Văii Jiului a început să fie folosită pentru dezvoltarea industriei siderurgice abia în ultimele trei decenii.

Căile ferate și navigația pe Dunăre au fost însă primii consumatori de cărbuni din aceste bazine. Iar în ultimele decenii marile — uriașele — zăcăminte de lignit din Oltenia și multe alte zone ale patriei sînt suportul pe care se bazează din ce în ce mai mult producerea energiei electrice în termocentrale.

Din marile bazine aflate în țările capitaliste ne vin adesea știri despre greve și despre lupte, căci, în concurență cu țițeiul și gazele naturale, se mai închid mine mai puțin productive.

Deși sînt aplicate și aici realizările tehnicii înaintate, introducîndu-se în mine mijloace moderne de extragere și prelucrare, goana după profituri, concurența sălbatică pe piața cărbunelui fac ca unele exploatări miniere să fie abandonate, în timp ce se importă cărbune, de peste oceane.

Dacă speranțele de cîștig sînt mai mari în altă parte, în alte ramuri industriale, capitalul condamnă diferite zone miniere la stagnare și șomaj, deși tot cărbunele este astăzi — încă — cea mai ieftină resursă energetică.

După cum s-a putut vedea din prezentarea făcută pînă acum, cărbunii sînt roci fosile de origine organică

cu conținut variabil de carbon și o structură eterogenă, de o variație aproape infinită, de la turbe la antraciți.

Din punct de vedere al principalei aplicații tehnologice — producerea cocsului — o mare importanță prezintă proprietatea unor huile de a se transforma în cocs la încălzire, în absența aerului.

Această proprietate constă în formarea la încălzire a unei faze plastice de tranziție care provine din înmuierea particulelor solide de cărbune, pînă la apariția unei topituri continue, acompaniată de dilatare și degajarea materiilor volatile, urmată de resolidificare cu contracție și formarea unei structuri solide, coerente, dure, poroase de cocs.

Această proprietate a huilelor cocsificabile impune aplicarea unor metode de cercetare a intervalului zonei plastice ale cărei limite se întind pe cca. 70 grade și se află la diferite huile pe diferite intervale între 350°—500°C.

În afară de variațiile de comportament în intervalul fazei plastice a huilelor cocsificabile datorate rangului (gradului de încărbunare — carbonificare) diferit al acestora, apar variații mari în cazul aceluiași cărbune, cauzate de viteza de încălzire la cocsificare, gradul de oxidare datorat stocării îndelungate, granulației și densității în vrac. Din aceste motive, la evaluarea proprietăților de cocsificare ale unei huile este importantă cunoașterea modului de prelevare și pregătire a probei, timpul și modul de stocare, ca și procentul de masă minerală, astfel ca proba testată să reprezinte cu adevărat cărbunele respectiv cu proprietățile sale.

Caracteristicile de cocsificare ale huilelor sînt corelate și cu constituenții petrografici ai acestora, fapt care a făcut ca analizele de structură petrografică efectuate la microscop să capete o importanță mărită.

Petrografia cărbunilor este o ramură a petrografiei, știința ce se ocupă cu studiul și clasificarea rocilor din scoarța terestră. Cărbunii, fiind roci sedimentare de natură organică, la cercetarea microscopică pot fi deosebite entități organice distincte, denumite macerali, compara-

bile cu mineralele care formează rocile anorganice. Cercetarea și clasificarea acestor cărămizi — unități structurale — ale cărbunilor se realizează în condiții uniforme standardizate pe plan internațional. Avînd în vedere importanța deosebită pe care o prezintă procesul de cocsificare printre utilizările huilelor, clasificarea maceralilor s-a efectuat în funcție de modul lor de comportare în timpul acestui proces și de importanța lor în producerea structurii de cocs. Astfel, diferiții macerali existenți în huile se clasifică în trei clase și anume : vitriniți, exiniți și inertiniți. Maceralii din clasa vitrinitului (denumiți astfel ca avînd structură sticloasă) reprezintă majoritatea masei organice existente în huile, variind între 60—90%, și în cazul huilelor de cocs reprezintă constituenții activi ai procesului, producînd faza plastică și formînd structura solidă a cocsului. Exiniții (în general de origine rășinoasă) ajută la fluidificarea fazei plastice, topindu-se și producînd în timpul procesului în majoritate gaze și produse lichide de pirogenare. Inertiniții (al căror nume n-are nevoie de multe explicații) nu prezintă un rol activ, neparticipînd la obținerea fazei plastice în timpul procesului de cocsificare, putînd fi regăsiți cu aproape aceeași structură înglobați în masa topită a cocsului.

Capacitatea de a produce cocs a huilelor depinde în primul rînd de gradul de încărbunare — carbonificare — rangul acestora. Rangul cărbunilor se poate exprima în primul rînd prin conținutul din ce în ce mai mare de carbon, determinat prin analiza elementară, raportat la substanța uscată și fără masă minerală (la masa combustibilă sau chiar la substanța organică !).

Alte caracteristici corelate ce pot exprima mai ușor rangul, în special în cazul huilelor, sînt puterea calorică, conținutul de materii volatile și puterea de reflexie a luminii pe care o prezintă vitrinitul huilei respective. S-a constatat că puterea de reflexie — reflectanța — vitrinitului crește direct proporțional cu rangul — în timp ce volatilele scad — permițînd diferențierea foarte exactă a tipurilor de huile, cu aplicație directă asupra evaluării proprietăților de cocsificare.

În evaluarea cît mai exactă a proprietăților de cocsificare a huilelor, în sensul unei clasificări a lor, pe

lîngă parametrii care exprimă rangul, respectiv conținutul de materii volatile raportat la masa combustibilă sau reflectanța vitrinitului, trebuie ținut cont de parametrii ce indică puterea de aglutinare (de legare), respectiv așa-numitul indice de umflare liberă în creuzet sau indicele Roga, denumit astfel după un savant polonez ce s-a ocupat de cărbune. În plus, trebuie să se aibă în vedere și parametrii ce exprimă capacitatea de cocsificare prin testarea caracteristicilor fazei plastice, respectiv dilatarea, plasticitatea și testul de cocsificare englezesc după formula Gray-King.

Varietatea extremă a calității huilelor în prezent, cunoscute și utilizate tehnologic, impune necesitatea unei clasificări. Cu toate că există multe cazuri extreme care sînt greu de încadrat, huilele pot fi grupate după diferite scheme sistematice.

Toate țările producătoare de cărbuni dispun de scheme proprii de clasificare, dar în lucrarea de față vom prezenta în primul rînd clasificarea internațională a huilelor, realizată de Organizația Internațională pentru Standardizare (ISO) în anul 1949.

Pe baza acestei clasificări, huilele se împart în nouă clase, în funcție de conținutul de materii volatile raportate la masa combustibilă drept parametru al rangului, după cum urmează :

Nr. clasei	Conținut de materii volatile (fără apă și cenușă)*
1.A	3 — 6,5
1.B	6,5— 10
2	10— 14
3	14— 20
4	20— 28
5	28— 33
6— 9	peste 33

În cazul huilelor cu conținut de peste 33% materii volatile, clasele 6—9, clasificarea se face după puterea calorică :

* Vezi definițiile din capitolul X.

Nr. clasei	Puterea calorică (cu umiditate de retenție fără cenușă) kcal/kg	kJ/kg	Conținut materii volatile (la masa combustibilă fără apă și cenușă %
6	peste 7 750	>32 440	33—41
7	7 200—7 750	30 135—32 440	33—44
8	6 100—7 200	25 531—30 135	35—50
9	5 700—6 100	23 857—25 531	42—50

Aceste clase se subîmpart în patru grupe, pe baza sau a testului Gray-King se stabilesc subgrupele precum urmează :

Grupa	Indice de umflare liberă	Indice Roga
0	0—1/2	0—5
1	1—2	5—20
2	$2^1/_2$—4	20—45
3	peste 4	peste 45

Pe baza datelor dilatometrice după Audibert-Arnu sau a testului Gray-King se stabilesc subgrupele după cum urmează :

Subgrupa	Dilatarea maximă	Tipul de cocs Gray-King
0	nu se înmoaie	A
1	numai contracție	B—D
2	0 sau mai puțin	E—G
3	0—30	G_1—G_4
4	50—140	G_5—G_8
5	peste 140	peste G_8

Pe baza acestor date, pentru clasificare, după cum rezultă din tabel, se folosește un număr de cod din trei

Grupe (determinate după puterea de aglutinare)		NUMER				
Nr. grupei	Parametrii pentru determinarea grupei (la alegere)	Prima cifră a numărului de cod indică cla de materii volatile (V^{mc} sub 33%) sau după puter indică grupa determinată după puterea de aglu determinată du				
	Umflarea liberă în creuzet / Indice Roga					
						435
					334	434
3	>4 >45				333	433
					332 a 332 b	432
2	$2^1/_2$—4 20—45				323	423
1	1—2 5—20				322	422
					321	421
				212	312	412
				211	311	411
			100			
0	0—1/2 0—5		IA/IB	200	300	400
	Numărul clasei	0	1	2	3	4
Parametru ptr. determinarea clasei	Materii volatile (V^{mc}) raportate la masa combustibilă	0 . . . 3	>3...10 3—6,5	>10—14	>14—20 14—16	>20—2
			6,5—10		16—20	
	Puterea calorifică superioară (raportată la produsul umed fără cenușă).	—	—	—	—	—

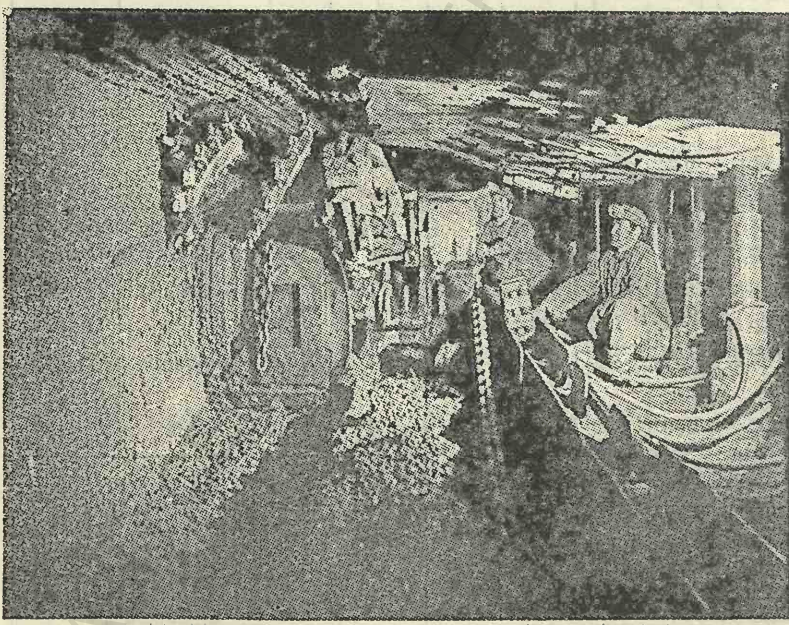
BCU CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Gruparea statistică a huilelor (cărbuni cu o putere calorică superioară mai mare de 5 700 kcal/kg raportată la proba umedă fără cenușă)

DE COD					Subgrupe (determinate după puterea de cocsificare)		
determinată după conținutul calorifică (V^{mc} peste 33%). Cifra a doua nare. Cifra a treia indică subgrupa puterea de cocsificare.					Nr. subgrupei	Parametrii pentru determinarea subgrupei (la alegere)	
						Proba dilatometrică, %	Indice Gray-King
535	635				5	140	G.8
534	634				4	50 . . . 140	G.5— G.8
533	633	733			3	0 . . . 50	G.1— G.4
532	632	732	832		2	0	E— G
523	623	723	823		3	0 . . . 50	G.1— G.4
522	622	722	822		2	0	E— G
521	621	721	821		1	Numai contracție	B— D
512	612	712	812		2	0	E— G
511	611	711	811		1	Numai contracție	B— D
500	600	700	800	900	0	Nu se înmoaie	A
5	6	7	8	9	Cu titlu informativ, clasele 6 . . . 9 au aproximativ următoarele valori pentru materii volatile: (V^{mc}): — clasa 6...33...41% 7...33...44% — 8...35...50% — 9...42...50%		
>28— 33	>33	>33	>33	>33			
—	>7 750 —7 750	>7 200 —7 200	>6 100 —7 100	>5 700			

cifre, în care prima cifră reprezintă clasa, cea de a doua indică grupa, iar cea de a treia indică subgrupa. În acest mod, fiecare tip de huilă poate fi codificată permițîndu-se evaluarea rapidă a proprietăților de cocsificare în vederea unei utilizări raționale și evaluării folosirii ei la cocsificare.

În ultimii ani, Organizația Internațională pentru Standardizare (I.S.O.) împreună cu Comitetul Internațional pentru Petrografia Cărbunilor (I.C.C.P.) au propus o nouă clasificare internațională a huilelor, la care parametrul pentru codificarea rangului este reflectanța medie a vitrinitului. Această propunere este în prezent consultată și completată de statele participante, urmînd a fi aprobată.



Exploatarea în carieră a cărbunilor

DIN ISTORIA DE PÎNĂ AZI A CĂRBUNILOR

Din reflexele focului ce abia pot străpunge întunericul, numai ici, colo, cîte o pată de lumină aruncată pe pereți permite să se bănuiască dimensiunile grotei în care un zgomot ritmic de picături mărturisește urma constructorului : apa. În întunecimea golului scobit în munte, într-un colț al peșterii, în pîlpîirile slabe ale flăcărilor, niște oameni îmbrăcați în piei de animale cioplesc și șlefuiesc, lovind și frecînd unele de altele pietrele simple ce devin, în mîinile lor, unelte.

Și în acele vechi lăcașuri ale omului primitiv, în epoca de piatră, printre multe alte roci pe care strămoșul omului modern le cunoaște și le încearcă posibilitatea de folosire, apare cîteodată și acea piatră neagră care, pusă în vatra de foc, se aprinde și arde.

Așa a început cărbunele să slujească omului, cu mult înainte de vremea în care acesta a devenit conștient de puterea lui.

Theophrast, elevul lui Aristotel, cu 315 ani înainte de era noastră, pomenește în cartea sa despre pietre de „Lithantrax", adică cărbuni de piatră, care „sînt pietre, dar ard ca și mangalul și sînt folosiți de fierari".

Plinius pomenește de folosirea turbelor de către „barbarii" din Germania, care „se încălzesc și gătesc cu pămînt".

În străvechea Chină, scriitorul Liu-An, care a trăit în al doilea secol înainte de era noastră, arată că, mai bine cu un mileniu înainte, în China s-a folosit cărbunele la topirea cuprului, la evaporarea apei de mare pentru obținerea sării și chiar la arderea vestitelor porțelanuri chinezești.

Vechile cronici chinezești vorbesc adesea de „Bin-Tan", ceea ce în limba noastră ar însemna „Mangal înghețat".

Marco Polo, primul european care a străbătut China, povestește despre o „piatră neagră" ce provine din munți, arde ca și lemnul și, pusă seara pe foc, ține jarul pînă dimineața.

În Evul Mediu, în diferite legende și basme, se arată cum duhurile munților — „priculici", spiridușii pădurilor — ar fi arătat cărbunarilor sărmani ce ardeau mangal în bocșe, în mijlocul pădurilor, cărbunii.

Astfel, după o legendă belgiană, un înger i-ar fi arătat unui fierar sărac numit Hullos cum pe munte, săpînd într-un anumit loc, va da de cărbune. După numele lui, în limba franceză s-a zis cărbunelui astfel găsit „houille", de unde a venit și denumirea noastră de huilă.

Și, deși îngerii și spiridușii nu aveau nimic comun cu combustibilii, oamenii simpli ce trăiau prin munți au descoperit foarte curînd cărbunii și folosul pe care aceștia îl pot da.

Primele mine în Europa au fost cele de la Zwickau, din R.D.G., deschise în secolul al X-lea, din care s-au extras cărbuni încă pînă în deceniul al șaptelea al secolului nostru. Apoi s-au deschis minele din marile bazine carbonifere din vestul Europei.

Multă vreme, în Anglia, meseriașii foloseau „cărbunele de mare", denumit așa deoarece marea era cea care, rozînd și rupînd malurile insulelor Britanice, arunca pe mal cărbunii, din straturile ce se întindeau pînă la țărm.

În secolul al XVI-lea, par a fi folosit pentru prima dată cărbuni vestiții fierari ai Rusiei, iar la începutul secolului al XVIII-lea Grigori Kapustin descoperă marile zăcăminte de pe malurile Donului.

În țara noastră, muncitorul de pădure Nicolaus Hammer descoperă, în urmă cu aproape 200 de ani, în 1790, marile zăcăminte de cărbune ce se găsesc pe Valea Porcarului, lîngă comuna Steier, acolo unde astăzi se ridică puțurile minelor de la Anina.

În Valea Jiului, o vînătoare de urși prin pădurile așezate între masivele Vulcanului, Retezatului și Parîngului a dus, acum 150 de ani, la descoperirea bogatelor zăcăminte de cărbune ce se găsesc acolo.

Și, deși unii oameni au bănuit de la început marile avantaje ale utilizării cărbunilor, în special în Anglia

medievală s-au ridicat o mulțime de piedici în fața folosirii lor.

Edicte regale, reguli ale breslelor, boicoturi sociale au încercat să împiedice folosirea cărbunilor, ca o exemplificare clasică a opoziției pe care diferite forțe sociale înfrînte de dezvoltarea mijloacelor de producție o fac diferitelor forme ale progresului tehnic și social.

Utilizarea pe scară largă a cărbunilor crea premizele unei industrializări rapide și amenința, prin însăși acest fapt, o parte din privilegiile feudale sau ale breslelor meșteșugărești.

Abia în 1830, conservatoarea Anglie a renunțat la hotărîrile luate la mijlocul Evului Mediu și a dat drept de folosință liberă cărbunilor, deși nici în secolul al XIX-lea mirosul fumului de cărbune nu s-a schimbat, și nici n-a dispărut, astfel, pretextul invocat cu sute de ani în urmă.

Este adevărat, că o bună parte din vestitul „smog" * — ceața londoneză — își avea originea în fumul produs prin arderea cărbunilor în sobele și căminele caselor londoneze și în focarele fabricilor ce-și produceau aburii și energia necesară. Dar curățirea aerului de fum este totuși mai rațională decît renunțarea la întreaga tehnică a zilelor noastre. În lupta contra „smog"-ului și a poluării apelor s-au obținut, în ultimii ani, deosebite succese. Astfel, măsurile antipoluante luate chiar de municipalitatea londoneză, trecerea la consumul unor combustibili defumați sau la folosirea unor sisteme de ardere ce împiedică apariția fumului au dus la reducerea și chiar la dispariția „smog"-ului **.

De mii de ani, oamenii au folosit cărbunii, dar multă vreme nu s-au putut lămuri de unde provin și cam cum s-au format aceste materiale.

Vestitul savant german al Evului Mediu, Georgius Bauer Agricola, care a scris primul tratat de metalurgie *(De re metallica)*, socotește cărbunii aparținînd familiei țițeiurilor, îi trece în rîndul bitumenelor solidificate și îi pomenește împreună cu asfalturile.

* Cuvînt nou, compus din „smoke" — fum și „fog" — ceață.

** De altfel, măsurile de depoluare a apelor luate concomitent au permis reapariția în Tamisa a unor specii de pești ce n-au mai fost semnalate de decenii.

Atanasius Kircher, un savant iezuit, este de aceeași părere, însă alți contemporani socotesc cărbunii ca provenind din sămînța unor plante subpămîntene.

Savantul francez Buffon intuiește originea vegetală a cărbunilor, iar în 1709 Scheuchzer, în 1757 Lomonosov, în 1778 van Beroldingen și Le Duc arată în mod clar proveniența cărbunilor din resturile descompuse ale plantelor mlaștinilor în care, la început, se formează turba ce apoi se transformă în cărbune. Din 1833, cînd s-a trecut la folosirea microscopului pentru cercetarea cărbunilor, problemele au început să fie lămurite și azi nimeni nu mai pune la îndoială originea lor vegetală. Odată deschis acest drum, cercetarea și caracterizarea cărbunilor au luat un avînt puternic, iar larga lor folosire și cunoaștere au făcut astăzi din cărbuni una din cele mai importante materii prime, acea „veritabilă pîine a industriei".

Prima revoluție tehnico-industrială, dezvoltarea impetuoasă a metalurgiei, necesitatea din ce în ce mai mare de mașini, inventarea mașinii cu abur, a locomotivei și a vapoarelor, creșterea pe scară largă a producției s-au desfășurat concomitent cu dezvoltarea în ritm rapid al extracției de cărbune, a cunoașterii, a exploatării și a folosirii cărbunilor. Aceasta a creat premizele dezvoltării mijloacelor de producție, ale unui avînt deosebit a industrializării diferitelor țări.

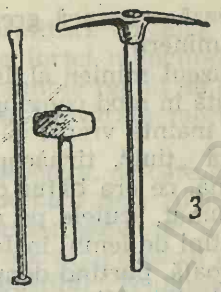
„Regele Abur", după cum a spus Marx, a pus stăpînire pe dezvoltarea industriei și a forțelor de producție, hrănindu-se zilnic cu mii și mii de tone de cărbune.

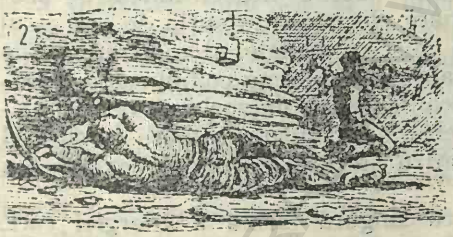
Născut din plantele ce-au crescut la căldura soarelui, folosit din vremuri vechi, cărbunele este o rocă ascunsă între celelalte straturi ale pămîntului.

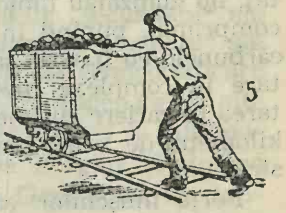
Pentru că se formează prin „depunerea" materialelor vegetale în straturi, este o rocă sedimentară.

Pe de altă parte, fiind un material combustibil mineral ce a provenit în urma vieții plantelor, cărbunele poartă denumirea de „caustobiolit", adică piatră (lithos), combustibilă (causto), rezultată din materiale vii (bios), adică din plante.

Depus concomitent și alternativ cu alte straturi geologice, cărbunele se exploatează ca și celelalte minerale utile.







În mina de ieri: 1. Coborîrea în mină. 2. Lucrul în abataj. 3. Unelte folosite. 4. și 5. Transportul cărbunelui.

Pe vremuri, adeseori întîmplarea, un foc făcut direct pe pămînt ce nu se mai stingea, un munte ce ardea ani și decenii au arătat oamenilor că acolo se găsește cărbune, că acolo se ascunde sub formă conservată o parte din energia radiată pe pămînt de soare.

Astăzi, cînd cărbunii au ajuns să fie una din forțele de seamă ale vieții de fiecare zi, armate întregi de oameni de știință, ingineri, prospectori și geologi, răscolesc și cercetează adîncurile pentru a da de urma acestor „diamante negre" de care industria și traiul omului au absolută nevoie și, care-s scoase „la lumină" de oamenii ce

prestează o muncă grea, dar plină de frumusețe și eroism : minerii.

Muzeul minier al Institutului de mine din Petroșani ne arată în mod convingător cu ce mijloace primitive trebuiau înainte vreme să învingă minerii muntele :

Iată „țiul", tîrnăcopul cu o singură parte, sfredelul de mînă, ce era bătut cu ciocanul cu coada scurtă, opaițul afumat, sculele pe care le foloseau în trecut minerii.

Putini de lemn, în formă de bărcuțe, așezate pe o singură roată, purtînd denumirea de „cîini", serveau la transportul cărbunilor ce erau strînși și cărați în „sănii" — tăvi mari de lemn, tîrîte printre bolovanii abatajelor, de minerii înhămați în frînghiile cu care le trăgeau.

La tabloul întunecat al acestor locuri de muncă se mai poate adăuga și imaginea minerului culcat pe o rînă, într-un abataj abia mai lat decît umerii săi, în care, din straturi subțiri de cărbune, cu ciocanul și tîrnăcopul, desface bulgări după bulgări.

În această mină nu se auzeau încă ciocanele de abataj, nu zumzăiau motoare electrice, nu sufla de zor aerul comprimat, punînd în mișcare sculele, și nici nu se tăia cărbunele cu haveze sau ultramoderne combine de înaintare în complexe mecanizate, nemaivorbind de exploatarea în cariere cu imense excavatoare, rotoare cu cupe și kilometri de benzi pentru steril și cărbunele extras din strat.

Forța mușchilor era singura formă a energiei care era folosită în fundul munților, iar cai orbi, slăbănogi, ce nu cunoșteau deloc lumina soarelui, serveau la transportul cărbunilor. Mijloace la fel de primitive erau utilizate la coborîrea minerilor în mină sau pentru ventilația aerului.

În același timp, extragerea cărbunelui se făcea sub amenințarea permanentă a dușmanului ascuns în crăpăturile munților, care, neobservat de nimeni, punea în pericol viața minerilor. Acesta era gazul metan, degajat din straturile de cărbune, „grizu"-ul temut al minelor.

O flăcăruie abia pîlpîitoare, o scînteie cît de mică transforma mina într-un infern de flăcări și de foc, de unde rar, rar de tot, exista scăpare pentru cei prinși în drumul exploziilor.

Goana după cîștiguri, după profituri cît mai mari, după o stoarcere cît mai intensă a forței muncitorilor a dus adesea la neglijarea celor mai simple reguli de minerit, transformînd uneori minele în adevărate morminte comune a sute de mineri.

Ultima catastrofă minieră de amploare, de care ziarele ne-au dat de știre, a fost în Republica Sud Africană...

Întreg secolul al XIX-lea și prima jumătate a celui de al XX-lea au fost dominate de folosirea masivă a cărbunilor ca materie primă și combustibil. Tendințele de autarhie economică, ca și lipsa de materii prime de altă origine au făcut ca o putere industrială de talia Germaniei de dinainte de război să se bazeze aproape integral pe cărbune ca punct de pornire pentru aprovizionarea cu energie primară, ca sursă de curent electric, ca materie primă și combustibil în siderurgie, industria chimică, aprovizionarea cu gaze de luminat și încălzit a orașelor, ba chiar drept resursă de carbon pentru fabricarea țițeiurilor sintetice, și a unei game nesfîrșite de produse chimice. În Germania, produsele „secundare" ale cocsificării capătă denumirea de produse de „valoare" ale prelucrărilor cărbunilor, iar gudronul de semicocsificare a fost pe larg folosit, prin distilare, hidrogenare și alte prelucrări, la obținerea carburanților utilizați la automobile și în automotoare. Hidrogenarea Bergius și sinteza Fischer-Tropsch au depășit granițele Germaniei, iar tehnica fluidizării, pusă la punct în generatoarele de gaz Winkler, a fost folosită cu succes în zeci de alte industrii, chiar și în industria prelucrării petrolului...

Schimbarea condițiilor economice care încep să se contureze după 1950, descoperirea și punerea în valoare a noilor zăcăminte petrolifere și de gaze naturale în Arabia Saudită, Regiunea Golfului, Algeria, Nigeria, Libia, în Marea Nordului, Alaska și într-o serie de alte regiuni și țări au provocat o concurență aprigă pentru piețele de desfacere.

Dezvoltarea impetuoasă a petrochimiei și a chimiei produselor derivate din gaz metan au dus la obținerea cu un preț de cost mai redus a unor compuși obținuți anterior prin prelucrarea cărbunilor la indici tehnico-eco-

nomici mai nefavorabili și — ca o consecință logică — la eliminarea acestora de pe piața mondială.

Țițeiul sintetic, hidrogenarea cărbunilor, chiar și unele din produsele chimice ale cocsificării au încetat să mai reprezinte produse comerciale pe piața mondială, elaborarea lor a fost în continuă scădere, iar producția unora dintre ele a fost sistată chiar și în țările care fuseseră pe vremuri deschizătoare de drumuri în fabricarea lor *.

În unele orașe din Europa, uzinele de „gaz de oraș" care se bazau pe cărbune au trecut la gazificarea unor produse grele petroliere, sau și-au oprit producția, alimentarea orașelor fiind asigurată cu gaze naturale aduse... adesea din import.

Ca purtător de energie, cărbunele a fost înlocuit mai ales în transporturile navale și la calea ferată, ramuri care, după ce au trecut inițial la folosirea păcurii drept combustibil, astăzi utilizează mai ales motonave pentru transportul pe ape și tracțiunea Diesel electrică și cu locomotive electrice pe căile ferate. Acest procedeu a fost la un moment dat accelerat de perspectiva strălucitoare a energeticii nucleare și foarte repede unii specialiști au prezis un viitor sumbru cărbunilor.

Și totuși, după primele luări de poziție cam pripite, realitatea și-a spus cuvîntul...

* La un moment dat, întrucît la fabricarea cocsului nu se putea renunța, au apărut „idei" de realizare a unor cocserii în care toate produsele chimice (gaze, gudroane, benzen etc) să fie arse fără nici un fel de recuperare.

FOCUL, COMBUSTIBILII ȘI CĂRBUNII

Buna ordonare a cunoștințelor umane, precum și necesitatea de a se găsi cu ușurință o lucrare dintr-un anumit domeniu a impus sistematizarea acestora — după o clasificare convențională zecimală.

Fiecare din cele zece mari clase de cunoștințe umane cuprinse în clasificarea zecimală se subîmparte, la rîndul ei, în cîte 10 diviziuni, care apoi sînt subîmpărțite iarăși fiecare în cîte 10 subdiviziuni — tot notate cu cifre de la 0 la 9 — astfel că o grupă de 3 cifre determină foarte bine o anumită ramură de știință, artă sau altă preocupare omenească scrisă.

Apoi, în cadrul fiecărei ramuri, prin subîmpărțiri repetate de cîte 10 sau mai puține, se poate ajunge la cuprinderea celor mai restrînse specialități.

Așa, de exemplu, la „6" sînt cuprinse Tehnica și Industria, la „62" — științele tehnice, ingineria, la „621" — construcția de mașini, la „621.3" — electrotehnica, la „621.39" electrocomunicațiile și telecomunicațiile, iar la „621.396" radiocomunicațiile și t.f.f. (telegrafia fără fir).

Ei bine, dacă aruncăm o privire la cele incluse în grupele de numere de la 662.6 pînă la 662.9 vom descoperi că toate se referă la foc, combustibili și ardere. Aici, în aceste grupe de cifre, sînt cuprinse cele pe care le cunosc și le-au scris oamenii despre fenomenele ce se petrec la ardere, despre „hrana" care trebuie dată focului și despre spațiile în care el își dezlănțuie toată forța.

Ne-am aștepta ca să fie cuprinse aici, în aceste cifre, tot ceea ce oamenii cunosc despre foc, dar totuși, pe aceleași pagini se găsesc adesea indicații „vezi..." alte cifre, alte subîmpărțiri în care iarăși se pomenește despre fapte, fenomene și întîmplări în legătură cu focul sau cu diferite materiale combustibile.

Și după ce vom parcurge multitudinea de pagini, cifre și de rînduri din catalog, în care se scrie despre foc, despre alimentarea focului, despre teoriile legate de ardere ca și despre produsele combustiei, am vrea să vă invităm într-o călătorie mult mai vastă și mai pătrunzătoare în lumea cunoștințelor umane și am îndrăzni să afirmăm, și sîntem aproape siguri că avem dreptate, că nu există nici un domeniu al cunoștințelor omului în care să nu fie vorba, măcar o dată, despre foc!

De la miturile și zeitățile popoarelor primitive, pînă la literatura zilelor noastre sau operele de artă cele mai diverse, în orice ramură a științei și a culturii, focul apare fie ca dușman, fie ca prieten, sau ca un pericol, sau ca o unealtă, ca o armă, sau ca o pavăză, ca sursă de căldură, energie sau lumină, ori măcar ca subiect sau motiv de comparație, ba chiar și în unele instalații frigotehnice!

Răsfoind *Lexiconul Tehnic Român, Dicționarul Limbii Române Contemporane, Marea Enciclopedie Sovietică* sau *Enciclopedia Franceză* ne putem convinge ușor că focul, flăcările, căldura sau măcar fumul ce se pierde în zare apar în mai toate domeniile în care este vorba de om.

Mai mult chiar, focul este întîlnit și acolo unde omul nu este prezent decît ca observator — adesea îndepărtat — ca un simplu contemplator sau înfrigurat cercetător.

Căci „foc" există și în frămîntarea învolburată a atomilor soarelui și tot „foc" este și în miezul pămîntului, de unde ne dau de veste de prezența lui doar răbufnirile pustiitoare ale vulcanilor. Despre „focul" îndepărtat al stelelor ne vestesc razele și undele sosite din adîncul cosmosului.

Lăsînd deocamdată la o parte focul ce se răspîndește sub formă de raze prin spațiile nemărginite ale universului, lăsînd la o parte chiar „focul" pe care-l risipește în lume centrala de forță a sistemului nostru planetar, soarele, ba chiar trecînd cu vederea peste „focul" ce mistuie și zămislește continuu noi forme și noi tipare înlăuntrul pămîntului, uitînd chiar de focurile ce au mistuit suprafețe întinse în pădurile din care s-au născut cărbunii, ne vom opri la acea întîlnire istorică care a dus la un puternic salt calitativ în existența celor doi

participanți la întîlnire : întîlnirea flăcărilor sălbatice, ce goneau la întîmplare prin pădure, cu acea ființă semănînd a maimuță ce se ridicase în picioare și începuse să făurească unelte, devenind om.

Datorită acestui prim contact istoric, a cărui dată exactă nu e trecută în nici un manual de istorie, a apărut pe pămîntul nostru omul stăpîn al focului și focul ca una dintre primele unelte.

Oamenii de știință arată că „focul avea... la cei mai vechi oameni primitivi, o importanță cu totul deosebită în apărarea împotriva fiarelor și, în genere, în lupta pentru existență". Capacitatea de a folosi focul constituie un indiciu tot atît de caracteristic pentru om ca și priceperea de a confecționa unelte.

Povestea tuturor civilizațiilor și a întregii dezvoltări a omenirii este legată — într-o anumită măsură — de această manifestare a forțelor nestăpînite ale naturii, ajunsă totuși supusă voinței omului, de acest fenomen adorat pe vremuri, folosit mereu, fără a i se cuprinde toate secretele, cercetate și lămurite pe de-a-ntregul abia în zilele noastre.

La început, focul n-a fost strunit și gonea nestăvilit prin păduri sau pe pantele vulcanilor, băgînd doar groaza în animalele necuvîntătoare ce trăiau pe pămîntul nostru.

Un trăsnet putea aprinde la întîmplare chiar pădurea tropicală din care aveau să se nască cărbunii, un vulcan ce mocnise tăcut veacuri de-a rîndul putea da foc savanelor cu ierburi uscate așezate la poale... Focul mistuia tot ce putea fi aprins, pînă ce o ploaie torențială salva ce nu fusese cuprins de flăcări.

Urmele de tăciuni cuprinse în uriașele zăcăminte de cărbune ne dau de veste despre imensele incendii ce au bîntuit prin pădurile acelor vremuri de mult apuse.

Și apoi, mult, mult mai tîrziu apare omul, această ființă aparent plăpîndă, dar care totuși a supus, cu trecerea veacurilor, o bună parte din natură — cel care, în luptă cu mediul înconjurător, pentru a-și asigura hrana și viața, a făurit unelte, a căror folosire a făcut ca el să nu mai semene cu animalele din care se trăgea. În confruntarea cu natura, el — omul primitiv — a început să se folosească și de această năpraznică forță pe care o descoperise tot în natură, forță ce înghițea fără posi-

bilități de împotrivire tot ce era viu și care ocolea și ierta doar pietrele neînsuflețite.

Necunoscîndu-i însă felul și ființa, în neștiința sa, omul primitiv l-a crezut zeu și l-a înzestrat cu puteri miraculoase. L-a supus și l-a folosit, l-a adorat și l-a temut, îi era de fapt stăpîn, dar totuși i se credea doar slugă.

În mod sigur, primul foc al omului primitiv, în vremurile cele mai îndepărtate, era unul luat din natură, din flăcările unor copaci aprinși de erupțiile vulcanilor sau de trăznetele furtunilor.

În peșterile unde au fost descoperite urmele sinantropului — omul fosil din China — vetre, oase calcinate de animale și straturi mari de cenușă — care în unele locuri ating chiar 7 metri grosime — arată că acest vechi strămoș al omului modern se hrănea cu carne și folosea focul. Totuși, nicăieri nu s-au găsit rămășițe care să indice că acesta era obținut de către sinantrop printr-un mijloc artificial oarecare.

El a fost probabil primul om fosil care a făurit și folosit unelte, după cum dovedesc cele aproape două mii de sfărîmături de unelte din bucăți de cuarț cioplite, un fel de pumnale din coarne de antilopă, ca și cupe de băut făcute din cranii de animale, găsite în peșterile de lîngă Ciu-Gou-tian, situate la 40 de kilometri de Beijing, capitala Republicii Populare Chineze.

Sinantropul, făuritor de unelte și luminat de flăcările pîlpîinde ale focului, era în mod sigur un om, căci, după cum scrie Karl Marx, omul este „un animal care confecționează unelte". Și... după cum a remarcat și un arheolog francez „...întrucît nimeni n-a văzut vreodată un animal care să cunoască focul și să fabrice unelte de piatră și de os, sîntem nevoiți să recunoaștem că acest antropoid (sinantropul) era om".

Deci, oamenii fosili, oamenii primitivi foloseau focul deși nu știau să-l facă, de unde și grija continuă pentru păstrarea și întreținerea lui.

Vestalele anticei Rome care, conform tradiției, trebuiau să păzească și să întrețină mereu nestins focul de pe altarul zeiței Vesta, plăteau cu viața stingerea lui. Aceasta nu este decît o reflectare tîrzie în obiceiuri și mituri re-

ligioase a grijii pe care oamenii primitivi trebuiau s-o aibă pentru focul dătător de viață.

Era mai simplu de a ține focul nestins, de a nu-l lăsa să se stingă vreodată, decît a-l obține pe altă cale. Primirea și darea focului, împrumutarea lui de la alții, sau la nevoie chiar furarea lui au devenit însă, cu timpul, din necesitate imperioasă, o simplă tradiție.

N.N. Mikluho-Maklai relatează în scrierile sale că, în Noua Guinee, papuașii printre care a trăit nu cunoșteau nici un mijloc de a face focul. Astfel, el a notat odată : „papuașii nu știau să producă focul și, cînd i-am întrebat despre aceasta, nu înțelegeau deloc întrebarea mea și o socoteau hazlie.

Ei spuneau că dacă se stinge focul la unul, acela îl va găsi la alții ; dacă în satul întreg nu se va găsi foc, el va fi luat dintr-un alt sat".

În alte părți, nevoia de a fura focul, nevoia de a-și procura foc pe orice cale s-a oglindit în legende.

Și, la mare nevoie, omul primitiv s-a dus chiar și în război pentru obținerea lui.

Nu există date asupra felului și a epocii în care omul a reușit să producă pentru prima oară focul, să obțină foc pe o cale artificială, nu luîndu-l din natură.

Probabil că au fost mai multe căi prin care oamenii primitivi au ajuns la desăvîrșirea acestei prime mari invenții, dar, din toate, două par mai probabile și mai verosimile.

Prima cale se pare că s-a ivit chiar din necesitatea conservării focului, din nevoia ca, odată focul aprins, omul primitiv să-l poată alimenta cu un combustibil care să-l mențină arzînd mocnit, mereu gata de a da în flăcări. Prima problemă tehnică ce s-a pus și a trebuit să fie rezolvată de tehnica primitivă a fost conservarea, păstrarea focului și doar apoi s-a putut trece la problema producerii lui artificiale, pe cale de „tehnică nouă", pentru epoca respectivă.

În timp ce un rug stabil așezat în mijlocul unei peșteri sau sub o stîncă se alimenta ușor cu diferite ramuri, buturugi și chiar cu oase de animale — care și ele ard — focul ce trebuia transportat în timpul peregrinărilor dintr-un loc într-altul, în căutare de hrană, cerea un material care să-l păstreze, să-l mențină mereu gata de

folosire, dar care să nu se consume cu o viteză de ardere mare, cu flacără vie.

Pentru a putea dispune oricînd de foc, unele triburi sud-americane păstrează și astăzi, sub cenușă, iască aprinsă ce mocnește încet, în colibe prin al căror acoperiș nu trece ploaia.

Aceste colibe așezate la răscrucile de drumuri dau posibilitate călătorilor să aprindă focul, căci atmosfera încărcată cu umiditate a junglei tropicale nu ar permite obținerea lui, prin frecarea a două lemne uscate.

Și acolo unde acest „service" pus la dispoziția drumeților nu funcționa, călătorul, înainte de a porni la drum, pe lîngă traista cu arme și hrană, trebuia să-și pună în ordine și desaga în care să ducă focul.

La un trib de australieni nomazi o buturugă găunoasă făcea față cu cinste acestui serviciu, dar, după toate indiciile, materialul cel mai căutat și mai des folosit era rumegușul, răzătura de lemn.

Un coș de nuiele sau de paie, plin cu rumeguș acoperit cu un capac de frunze, menține multă vreme jarul aprins în așa fel ca acesta să poată da în orice clipă din nou viață pojarului dogorîtor de flăcări sub răsuflarea înfrigurată a omului primitiv. Tuburi de suflat sau evantaie pot fi folosite în același scop, iar „primitivii" din Africa au utilizat mult înaintea europenilor foalele.

Producerea rumegușului necesar era însă o problemă în aceea vreme cînd nu erau nici gatere mari și nici ferăstraie circulare, pădurile nu se exploatau cu ferăstraie cu motor, iar oamenii nu începuseră încă să folosească scule din metale, unelte și mai ales topoare, de fier!

Cel mai ușor, omul primitiv putea obține „rumegușul" din licheni uscați și sfărîmați, dar nu întotdeauna dispunea de acest material. De obicei, gospodarul primitiv trebuia să-și fabrice rumegușul necesar frecînd una de alta două bucăți de lemn: una dintr-o esență mai moale — ca să se fărîme ușor — cu o bucată din lemn tare — care slujea drept răzătoare, tocătoare sau ferăstrău.

Dar... această operație producea cîteodată suficientă căldură ca să dea foc chiar și rumegușului ce se năștea din frecarea celor două lemne uscate de arșița nemiloasă a unei secete îndelungate.

Și observația simplă, repetată apoi vreme îndelungată, a dus la descoperirea uneia din primele metode cu care oamenii acelor vremuri, aprindeau focul : *frecarea a două lemne !*

...La sute și mii de kilometri mai încolo — poate chiar pe un alt continent — omul primitiv a remarcat sărind scîntei din cremenea ce și-o cioplea făurind unelte. Adesea această scînteie cădea în iarba udă, verde și se stingea, dar probabilitatea arată că o dată — și apoi încă de multe, multe ori — scînteia sărită din piatră a nimerit în iarbă uscată, în paie sau în iască, poate în tăciunii stinși de pe lîngă rugul la lumina căruia își făurea unelte, ba chiar și între firele din blana uscată pe care el se așezase și le-a dat foc.

Astfel descoperi omul primitiv o altă cale prin care se poate aprinde focul : *scîntei obținute prin ciocnirea unor pietre, ce cad pe un combustibil mărunt și uscat.*

Frecarea, sfredelirea și tăierea lemnului au fost mult mai răspîndite în lume, decît scăpărarea de scîntei, dar totuși existau și triburi cu totul înapoiate, precum cele din Țara de Foc, care scăpărau scîntei din pirite — „piatra de foc" — pentru a-și aprinde flăcările.

Romanii foloseau pucioasa împreună cu piatra de cremene pentru a aprinde focul.

Cu totul izolat, în Asia de sud-est, se poate întîlni „pompa de foc" care este o țeavă goală — de bambus — în care se introduce un piston suficient de etanș ca, la manevrarea lui, prin comprimarea și încălzirea aerului ce are loc prin lovirea tijei pistonului, să se aprindă iasca măruntă așezată pe fundul cilindrului format de țeavă.

Totul seamănă cu pompa de bicicletă, dar produsul urmărit nu este de astă dată aerul comprimat, ci focul care rezultă din căldura ce se obține la comprimarea gazelor de orice fel.

Mai rar, se poate întîlni, ici, colo, folosirea unor „lupe" care, concentrînd razele soarelui, dau naștere focului. Cum aceste lupe nu se găseau în natură, ci se făceau din pietre prețioase, șlefuite într-un anumit fel, acest mod de aprindere a focului ducea la monopoluri religioase și politice. Preoții de diferite rituri și căpeteniile militare ofereau focul supușilor lor ori credincioșilor, cu ocazia di-

feritelor ceremonii religioase, aprinzînd flăcări folosind lumina soarelui.

Metoda cea mai răspîndită — frecarea unul de altul a două lemne — se execută în mod diferit, după tehnica însușită de populațiile respective.

Cele mai folosite erau sfredelele sau burghiile de foc. Învîrtirea „burghiului" de lemn tare se putea face prin simpla frecare a acestuia între mîinile omului care, lăsat pe un genunchi, ținea cu laba piciorului scîndura sau lemnul moale de sfredelit. Pentru a ușura treaba, pentru mărirea abrazivității lemnului tare, în gaura de sfredelit se puneau cîteva fire de nisip.

În Oceania, în Samoa, în 40 de secunde, în insulele Hawaii, într-un minut, maximum în două, se ajungea la același rezultat, folosind în loc de burghiu mișcarea rectilinie a unui „plug de foc".

În sudul Americii, în pampasurile întinse ale Argentinei, „gaucho"-ul, păstorul călare al cirezilor de mii de vite, obținea focul de care avea nevoie apăsînd cu pielea ce-i apăra pieptul un burghiu sub formă de arc, pe care-l mișca cu o mînă.

Un adevărat progres l-a reprezentat folosirea unei bucăți de lemn sau de os — eventual ținut cu dinții — pentru apăsarea unui burghiu ce era învîrtit cu o sfoară răsucită trasă alternativ la dreapta și la stînga, cu cele două mîini. Bineînțeles că, cu această tehnică, aprinderea focului se făcea mai ușor cînd la sfredelirea lemnului luau parte doi.

O îmbunătățire esențială a acestui „procedeu" a fost realizată, cînd, pentru osul ce apăsa burghiul, s-a folosit o vertebră și mai ales în momentul în care cele două mîini ce trăgeau de sfoară au fost înlocuite de un arc veritabil pe care s-a întins coarda răsucită pe burghiu.

Aceeași mișcare de învîrtire cu mare viteză, algonkinii din America de Nord, diferite triburi din Arhipeleagul Malaez și Insulele Sudului o realizează cu un fel de burghiu-elice, ce seamănă ca principiu cu burghiile folosite la traforaj. La aceștia, pe un burghiu lung de 1 metru, o piatră rotundă și grea, așezată cam la o treime de partea inferioară, asigură apăsarea și inerția învîrtirii. Rotirea se obține mișcînd alternativ în sus și în

jos un băț transversal legat la capete de două sfori răsucite în spirală pe burghiu.

Adus la o învîrtire rapidă prin desfășurarea celor două sfori, continuîndu-și mișcarea datorită inerției, greutății pietrei, burghiul-elice de traforaj aprinde repede rumegușul din scîndura de sfredelit. Ideea acestei pietre grele ce asigură folosirea deplină a energiei cinetice inițiale o regăsim în sfîrleaza copilăriei și în principiul de construcție a giroscopului navigației maritime și aeriene sau de la aparatele de precizie cărora li se cere o stabilitate avansată prin menținerea riguroasă a direcției.

Bambusul ce crește în Asia de sud-est a fost folosit la început în India pentru niște „ferăstraie de foc", ce se obțineau frecînd perpendicular una pe alta două segmente din tulpina plantei.

Bambusul de jos, cel ce se tăia, era umplut cu măduvă uscată, care se aprindea de mișcarea oscilantă a „ferestrăului" făcut din celălalt băț. Conținutul de dioxid de siliciu al scoarței duce la formarea unui rumeguș fin, ce se aprinde repede.

În Australia, aceeași metodă se aplică unui copac aproape putrezit, umplut cu iarbă uscată.

Deși aceste procedee par simple, totuși folosirea lor cerea îndemînare și experiență iar cei care se pricepeau la aprinderea focului erau priviți cu respect și adesea ajungeau să capete, prin aceasta, poziții deosebite în mijlocul celorlalți.

Un profesor german povestește cum, împreună cu studenții săi, a încercat să aprindă focul prin metodele descrise chiar de el însuși ca fiind folosite de „sălbatici", dar că nici el, nici studenții săi, cu toate sforțările și perseverența depusă, n-au obținut nici un rezultat, făcîndu-se de rușine în fața acelora pe care ei îi considerau „sălbatici", dar care, prin aceleași metode „primitive", realizau doar în cîteva minute aprinderea focului.

Multe popoare credeau că la anumite sărbători sau date importante focul trebuia aprins numai printr-un sistem primitiv, mai ales prin frecare.

Astfel, focul din templul zeiței Vesta era reînnoit la fiecare 1 martie (începutul primăverii la Roma) de preoți cu ajutorul unui burghiu de foc și fiecare familie lua „foc nou" din templu.

Acest obicei nu se îndepărtează de altfel prea mult de cel al vechilor greci din Lemnos care, în fiecare an, trimeteau un vas în insula Delos ca să aducă „foc nou", din care apoi să se folosească toată insula un an întreg.

Tot de la această necesitate manifestată prin rituri și obiceiuri trebuie să fi provenit și faptul că regele Spartei nu pleca în bătălie dacă nu era însoțit de un purtător de foc.

Norvegienii, care au debarcat în Islanda în secolul al IX-lea, și-au adus foc de acasă, iar la maori era considerat un semn de politețe și prietenie deosebită ca să se dea oaspetului foc din vatra casei.

Obținerea focului de la un anumit șef de trib în țara Herrero îl punea pe cel care-l primea sub suveranitatea și protecția acestuia. Așa se face că „Mba Kamburo omuriro na Kamaherero" înseamnă mai mult chiar decît simpla traducere a sensului că: „Am luat focul de la Maherero".

Cicero arăta că în epoca Romei Antice exista obligația de a oferi foc chiar străinilor, iar Plaut susținea că era normal și natural să se dea foc chiar și dușmanului.

În aceeași Romă Antică, una din cele mai grave pedepse era excluderea celui vinovat de la folosirea apei și a focului.

Ca la multe alte popoare, și la poporul nostru a existat obiceiul ca la o dată importantă a vieții comunității focul să se aprindă printr-un mijloc primitiv și apoi toți ceilalți să se folosească de el.

Așa a fost obiceiul „Focului viu", răspîndit mai ales printre ciobani, ca o rămășiță a vieții din vremurile preistorice.

Acest obicei cerea ca primăvara, după urcarea la stînă, primul foc să nu se facă nici cu chibrituri și nici prin scăpărarea de scîntei din cremenea lovită cu amnarul, ci prin frecarea a două lemne, atît de mult și cu atîta meșteșug încît acestea să se aprindă. De la acest „foc viu" luau apoi foc și ciobanii de la celelalte stîne.

Răspîndit în multe țări din Europa și la diferite popoare, multă vreme s-a menținut credința că acest „foc viu" are proprietăți magice, iar cel care poate produce prin simpla frecare focul, face o faptă miraculoasă, „sfîntă".

La rutenii din Maramureș „Vatros"-ul avea grijă de producera acestui „zvyva vatra", iar în 1824, în Anglia, cel mai eficace leac împotriva unei molime grave printre vite era socotit „focul viu", produs prin frecare.

Toate aceste obiceiuri, superstiții și credințe legate de foc nu sînt altceva decît o reflectare în conștiința oamenilor a importanței deosebite pe care a avut-o descoperirea producerii focului la oamenii primitivi.

Ei n-au putut să prevadă — și nici măcar n-au putut bănui — tot ce va însemna folosirea focului pentru dezvoltarea omenirii, pentru tot ceea ce se cheamă istoria tehnicii și a civilizației umane. Totuși, aceste obiceiuri, rituri și superstiții dovedesc că oamenii primitivi și-au dat seama, măcar prin intuiție, de covîrșitoarea importanță, chiar pentru ei, a faptului că focul a putut fi obținut în mod artificial, în orice moment cînd aveau nevoie de el, și nu doar atunci cînd forțele dezlănțuite ale naturii îl produceau pe cale accidentală.

Importanța acestui eveniment a fost deosebit de bine sintetizată de Engels * : „... Primii oameni care s-au separat de lumea animală erau în esență tot atît de puțin liberi ca și animalele ; dar orice progres în cultură era un pas înspre libertate. În pragul istoriei omenirii stă descoperirea transformării mișcării mecanice în căldură, producerea focului prin frecare. La sfîrșitul evoluției de pînă acum ** stă descoperirea transformării căldurii în mișcare mecanică : mașina cu vapori. Și cu toată uriașa transformare eliberatoare pe care mașina cu aburi o produce în domeniul social — ea nu e nici pe jumătate terminată — este totuși afară de orice îndoială că focul produs prin frecare i-a dat pentru prima dată omului dominația asupra unei forțe naturale, separîndu-l astfel în mod definitiv de lumea animală. Mașina cu vapori nu va provoca niciodată un salt atît de uriaș în evoluția omenirii..."

Omul primitiv, sesizînd instinctiv această importanță, fără a putea lămuri și cuprinde, din punct de vedere științific, tehnic și social, toate consecințele „inventării

* Fr. Engels — *Anti Dürhring*, p. 189, Edit. P.C.R., 1946.

** Se referă la dezvoltarea atinsă pînă la sfîrșitul secolului al XIX-lea (N.A.).

și folosirii focului", în neștiința sa, a făcut din obținerea lui meritul diferitelor zeități.

Și pe lîngă mulțimea de legende și basme scornite de slujbașii diferitelor religii, pentru înfricoșarea și supunerea oamenilor simpli, prin teroarea „lumii de apoi" și a „flăcărilor iadului" (tot foc !), creația populară a dat naștere și poveștilor pline de farmec ale cuceririi focului în folosul oamenilor.

Așa a fost și povestea mitologică a titanului Prometeu despre care Marx a spus că : „Prometeu este cel mai nobil sfînt și martir din calendarul filozofic" *.

După legenda mitologică, Prometeu furase focul din vatra lui Hefaistos și-l dăduse oamenilor, înfruntînd cu îndrăzneală poruncile marelui Zeus, stăpînul tuturor zeilor și vietăților.

Tot Prometeu ar fi fost acela care i-a învățat pe oameni diferite meșteșuguri, socotitul, scrisul și cititul, el a îmblînzit taurul sălbatec și l-a pus la jug, el a înhămat calul și l-a făcut s-asculte de oameni ; înțeleptul Prometeu ar fi inventatorul corăbiilor cu pînze și tot el cel care ar fi destăinuit oamenilor puterea leacurilor pentru alinarea durerilor. Prometeu ar fi și acela care i-a învățat pe oameni cum să scoată metalele din măruntaiele pămîntului și cum să le prelucreze.

Învățăturile sale au ușurat greutățile oamenilor și i-au făcut fericiți. Prin toate acestea, el a dezlănțuit împotrivă-i mînia lui Zeus, care l-a pedepsit să fie legat de o stîncă în munții Caucazului. Un vultur a fost pus să-i sfîșie în fiecare zi ficatul, pentru a-i face pedeapsa și mai aspră.

În amintirea lui Prometeu și a ferecării lui de stîncă, pare-se că oamenii poartă inele cu pietre, căci, după ce a fost eliberat, Prometeu a purtat la mînă un cerc de fier, pe care era montată o piatră din stînca pe care vreme îndelungată îndurase crîncene chinuri.

Aproape că nu există popor la care să nu existe o legendă sau un mit prin care să se explice într-un fel oarecare originea focului. Legenda lui Prometeu și Prometeu însuși apare la australieni sub forma „pitulicei", care a adus focul în taină din cer, ascunzîndu-l sub coada

* Karl Marx, Fr. Engels — *Opere*, vol. I.

ei. Și tot așa alte variante ale legendei la multe alte popoare.

La vechii adoratori ai focului — parșii — într-una din rugi, focul era luat drept martor și chezaș, căci, „fiind curat, luminos, gingaș, rodnic și nepieritor, focul este simbolul cel mai desăvîrșit al dumnezeirii".

Drept „elemente" pentru foc au fost folosite, după cum am amintit, cel mai adesea ramuri rupte, paie, copaci sau diferite alte lemne, rumegușul, bambusul, oasele de animale ori doar iarba uscată.

În alte părți — în China veche, sau, pe vremea lui Tacitus, la „barbarii"din Germania, în Babilonul din cronicile lui Pliniu cel Bătrîn, ori la Can-ul persan din Baku —, turba, cărbunii sau țițeiul erau folosiți drept combustibili.

Urme și ruine de vetre, cuptoare, plite, furnale, sobe, chiar și „calorifere" primitive se găsesc ici, colo, printre ruinele antichității ori la comunitățile rămase pînă în zilele noastre la stadii vechi de dezvoltare.

În *Dicționarul Limbii Române contemporane* găsim la „ardere, arderi" și la „foc, focuri", definițiile și înțelesurile cele mai obișnuite :

„*Arderea...* este oxidarea rapidă a unei substanțe în prezența oxigenului din atmosferă, însoțită de dezvoltare de căldură și lumină".

Cîteva pagini mai departe, la litera *f* găsim :

„*Focul...* o ardere violentă cu flăcări și cu dezvoltare de căldură mare".

Și apoi, după aceste definiții principale, zeci și zeci de alte înțelesuri diferite.

În toate aceste arderi există un material combustibil (carburant), sub formă solidă, lichidă sau gazoasă, și un comburant — oxigenul (aerul) — fără de care nu există arderi, nu există foc.

Substanța care arde nu trebuie să aparțină neapărat compușilor organici ; ard bine și unele metale, cu flacără și degajare violentă de căldură — este cunoscut pentru aceasta magneziul, ce era folosit înainte vreme la fotografieri nocturne în loc de ultramodernul „flash".

Totuși, pentru ca o substanță să poarte însă, în tehnică și economie, denumirea de „combustibil" — com-

bustia, adică arderea cu generare de căldură — trebuie să existe o utilizare răspîndită, industrială a acestuia și să se poată face în mod economic, cu un preț cît mai redus al căldurii produse.

În acest sens, nu este un „combustibil" magneziul, sînt însă combustibili lemnele, cărbunii de toate felurile, produsele petroliere, gazele naturale și artificiale.

Aparent, combustia reprezintă o problemă simplă — se aprinde combustibilul și din combinarea acestuia cu O_2 rezultă căldură și compuși chimici de ardere.

În realitate, procesul este mult mai complicat. Reacția

$$C + O_2 = CO_2 + Q \text{ kcal (sau kJouli)}$$

are loc foarte rar în forma în care o cunoaștem cu toții. Ea este, de regulă, precedată la combustibilii solizi de „gazificarea combustibilului", de „volatilizarea" lui.

Datorită căldurii reacțiilor de ardere inițiate prin aprindere, un număr tot mai mare de molecule ale combustibilului suferă o descompunere termică, se rup în molecule din ce în ce mai mici — volatile —, care abia apoi se combină în reacția de ardere cu oxigenul.

Așa se întîmplă cu lemnul, cu cărbunii arși în focare, cu stearina — sau parafina — din lumînări. Pînă și mangalul sau cocsul, în care nu se mai poate descompune aproape nimic, se gazifică prin reacția

$$C + CO_2 = 2CO,$$

iar apoi CO arde cu flacără jucăușă albăstruie deasupra focului. De fapt, la un exces mare de aer (cald) sau de oxigen, reacția are loc cu o viteză atît de mare încît, practic, CO_2-ul este compusul predominant obținut, iar CO-ul se formează în zonele mai reci prin reducerea CO_2-ului la CO în prezența excesului de carbon incandescent.

Cum se asigură însă necesarul permanent de oxigen al unui foc? In mod obișnuit, cînd oxigenul începe să lipsească, focul, oricît combustibil ar avea la dispoziție, începe să ardă greoi, cu flăcări mai reci, colorate, luminoase, datorită particulelor incandescente de carbon nears, cu funingine multă, în final stingîndu-se.

Arderea nu poate avea loc fără o forță uriașă acționînd ca o veritabilă suflantă, care să înlocuiască mereu oxi-

genul ce a fost consumat în timpul arderii cu aer proaspăt, capabil să întreţină în continuare arderea. Arderea fără combustibil şi fără oxigen — oxidant — nu există, iar acest oxidant trebuie adus mereu în cantităţi şi proporţii suficiente la locul operaţiunii. Dacă gazele care rezultă din ardere — gazele arse — ar rămîne în jurul focului, al combustibilului, ele ar împiedica accesul aerului, ar înăbuşi focul şi l-ar stinge.

Foalele uriaşe care alimentează mereu cu aer (deci cu oxigen) orice foc, fie mic cît flacăra unui chibrit, fie cît flăcările unei sonde incendiate, sînt puse în mişcare de forţa imensă a gravitaţiei pămînteşti.

Se întîmplă un fenomen extrem de simplu : în jurul flăcării chibritului ca şi în jurul flăcării celei mari, gazele se încălzesc, se dilată, ocupă la aceeaşi greutate un volum de cîteva ori mai mare, devenind astfel mai uşoare decît aerul înconjurător. Conform unor legi binecunoscute, diferenţa dintre greutatea specifică a aerului şi a gazelor arse împinge cu putere gazele calde şi uşoare ce s-au născut din foc în sus, făcînd ca aerul rece, mai greu, dimprejur să le înlocuiască.

Astfel, aerul proaspăt vine şi ia locul, într-un vîrtej nestăvilit, gazelor rezultate din ardere — pînă ce şi acest aer proaspăt se consumă, se învecheşte, pierzîndu-şi oxigenul, intrînd în hora focului şi transformîndu-se împreună cu combustibilul în gaze arse fierbinţi.

O altă porţie de aer vine în loc, apoi şi acesta se consumă, pleacă şi iar se repetă acelaşi joc. Atmosfera înconjurătoare, absorbită de vidul format prin mişcarea născută din diferenţa de greutate a aerului şi a gazelor arse, vine mereu ca împinsă de uriaşe foale, intră în hora focului, pînă ce mai e un singur bob de combustibil ce poate arde. După consumarea şi a ultimelor particule materiale, nemairămînînd nimic, focul se stinge. Mişcarea gazelor calde în focar — de fapt a aerului rece şi cald de astă dată — se opreşte doar după răcirea pereţilor incandescenţi.

De fapt, de n-ar exista diferenţa de greutate specifică şi n-ar exista... nici gravitaţia Pămîntului, nici un foc n-ar putea fi pornit, nemaivorbind de întreţinerea lui.

În cîmpul lipsit de gravitaţia pămîntului, sau de orice fel de gravitaţie produsă pe cale artificială, ca într-un

satelit artificial pe o orbită extraterestră, noțiunile de „ușor" și de „greu" n-au nici o valoare și astfel gazele arse „ușoare" nefiind gonite de lîngă focul din care s-au născut sting acest foc, căci ele nu pot să întrețină arderea.

În atmosfera terestră, înlocuirea continuă a aerului cald de către aerul rece duce la formarea vînturilor, cu atît mai puternice și mai intense cu cît diferența de temperatură este mai mare, pe toată gama dintre brizele ușoare ale litoralului nostru și cicloanele, taifunurile și tornadele regiunilor tropicale. Același fenomen se petrece aidoma — la o altă scară — și în camera în care într-un colț duduie molcomă soba, iar din față, prin fereastra întredeschisă, pătrunde aer rece. Prin ușița cenușarului sobei, aerul ajunge la lemnele sau la cărbunii puși pe grătar, se consumă împreună cu aceștia în flăcările ce aruncă umbre pîlpîinde pe pereți și apoi, sub formă de gaze calde, arse, urcă repede prin burlane, ajungînd prin coș iar în atmosferă.

Fenomenul mișcării gazelor calde prin coș se datorează tirajului, iar diferența dintre cele două greutăți specifice ce se manifestă ca o forță poate fi măsurată în presiunea relativă a aerului și a gazelor în punctele respective.

Presiunea atmosferică se măsoară în mod obișnuit în milimetri coloană de mercur față de vidul lui Toricelli și are o valoare medie de 760 mm, care în unitățile moderne se transformă în „bari" și Newtoni pe metru pătrat.

Dar diferența de presiune între două puncte ale unui focar este prea mică pentru a fi transpusă tot în milimetri coloană de mercur și din acest motiv măsurarea se face în milimetri coloană de apă.

Cu cît e coșul mai înalt, cu cît gazele sînt mai calde cu atît tirajul este mai mare, iar un tiraj mai mare permite ca prin focar, prin cuptor, să treacă aer mai mult, deci să se ardă o cantitate mai mare de combustibil, să se producă mai multă căldură.

Un coș înalt de 120 de metri, precum cel de la termocentrala de la Paroșeni în care se ard „mixtele" de la spălarea cărbunilor, realizează, la o temperatură de 300°C a gazelor arse la coș, un tiraj de 66 milimetri coloană de apă, în timp ce un coș obișnuit de 30—40 metri

(și chiar și acest coș are o înălțime cît o casă, de 10—12 etaje) nu dă la aceeași temperatură un tiraj mai mare de 16—20 milimetri coloană de apă.

Dacă din motive constructive coșul nu poate fi făcut prea înalt, ori rezistența pe care trebuie să o învingă gazele la trecerea prin focar sau prin cuptor este prea mare tirajul „natural" al coșului nu e suficient pentru a asigura circulația aerului și gazelor. În acest caz, suflanta gravitației pămîntului nu poate asigura arderea continuă a combustibilului și se folosește fie o suflantă obișnuită de gaz, fie un ventilator, un injector, care insuflă aer în focar, sau suge gazele arse din cuptor și le trimite în atmosferă.

În toate cele de mai sus am făcut abstracție de focul rachetelor ce duc în spațiu sateliți sau nave cosmice, deoarece la acestea atît combustibilul (lichid sau pulbere), cît și comburantul ce poartă oxigenul sînt depozitate sub presiune în rezervoare, întîlnindu-se pentru ardere în duzele focarelor.

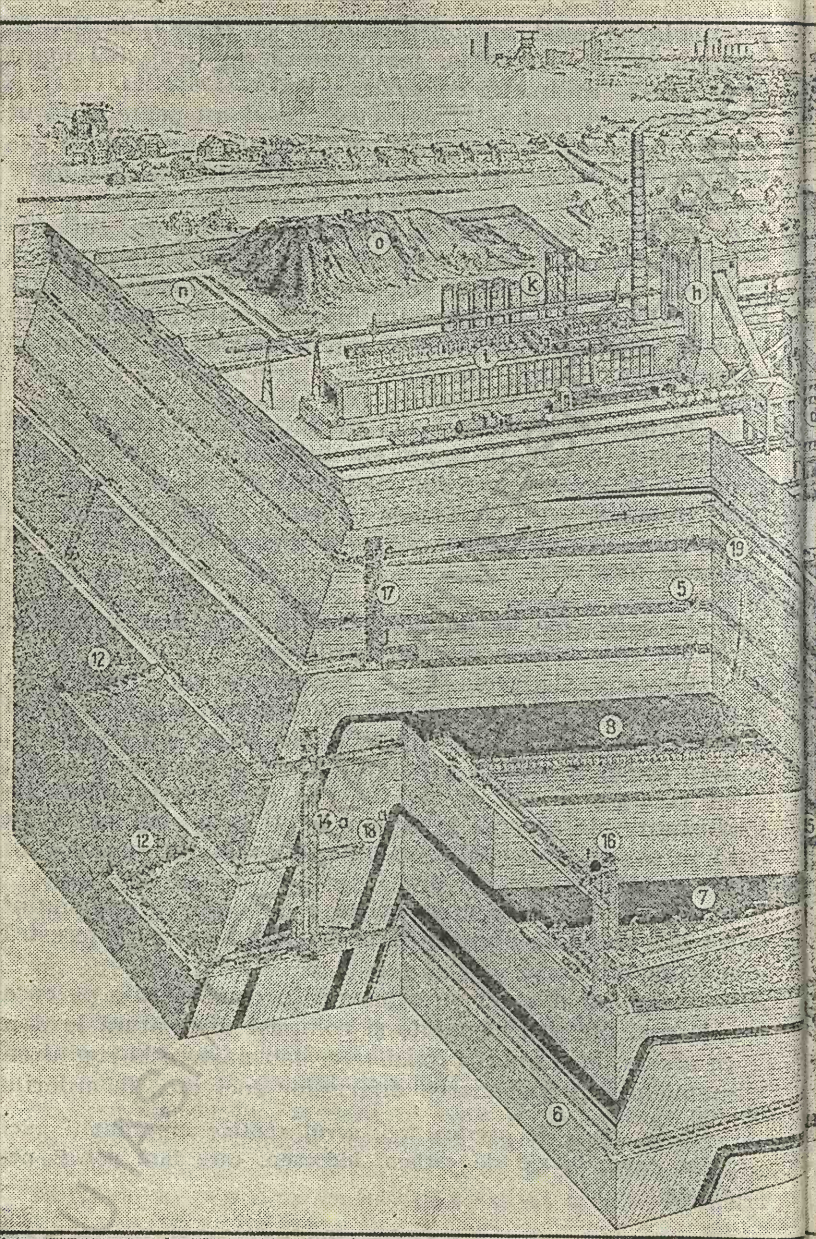
În orice foc există combustibili care ard și oxigen — din aer — care întreține arderea.

Compus din trei gaze *, aerul este un amestec de 21% oxigen cu 78% azot și 1% argon, dacă le socotim în volume, și de 23,3% oxigen, 75,4% azot cu 1,4% argon, dacă ținem seama de greutățile lor. Deoarece atît azotul, cît și argonul sînt inerte în ceea ce privește condițiile obișnuite ale arderii, le putem socoti la un loc, admițînd că în aer se găsesc 21% volume de oxigen în amestec cu 79% azot.

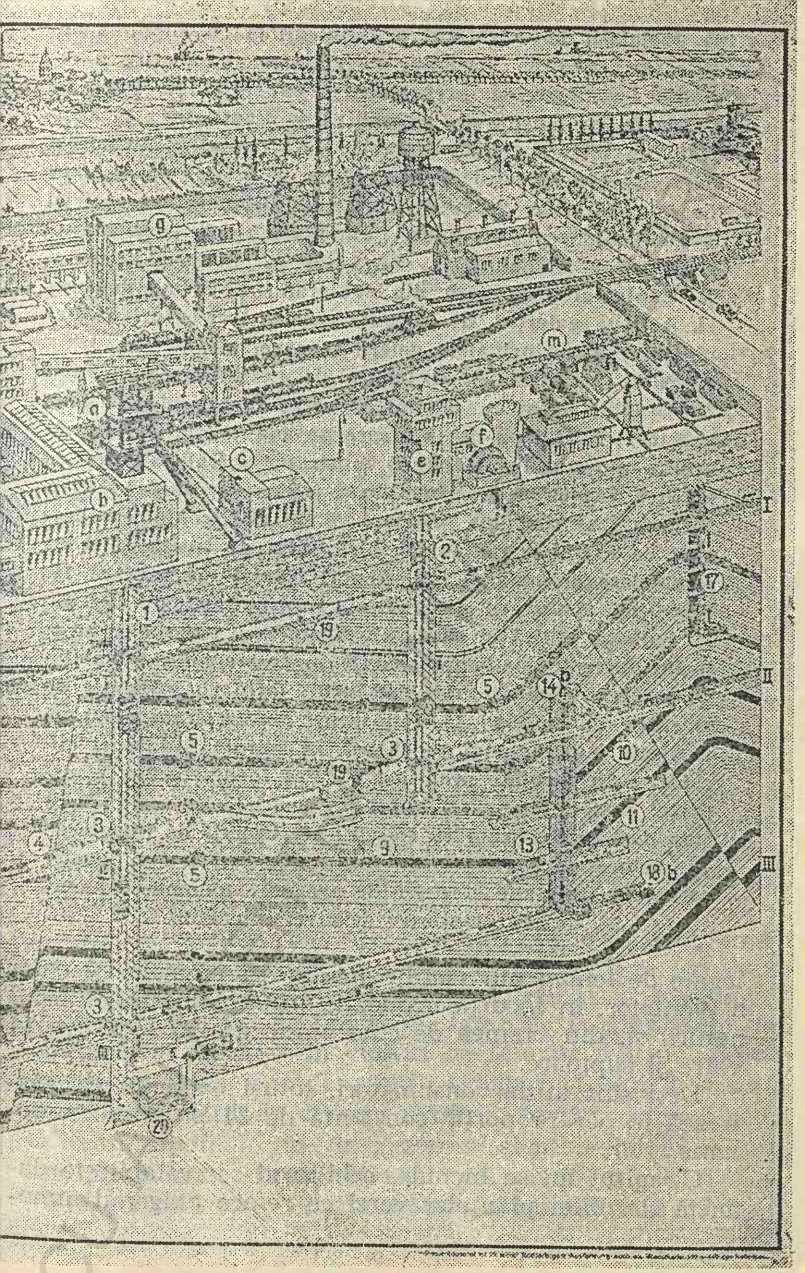
La fel cum în natură există o circulație a carbonului tot așa se poate observa și o circulație pe scară terestră a oxigenului.

Oxigenul din aer se consumă în combinațiile pe care cele mai diferite elemente și compuși din natură le dau cu acesta, la formarea oxizilor ce iau naștere la ruginirea metalelor, la degradarea diferitelor roci etc., la arderile

* În afară de acestea trei, aerul conține în cantități mici heliu, neon, bioxid de carbon, hidrogen, care însă pot fi neglijate.



Mină tipică de huilă de cocs.
(explicația desenului la pagina 74)


g
m
a
c
e
f
b
I
2
17
1
19
II
5
14 b
5
3
10
19
11
3
4
9
13
5
18 b
III
3
20

A. Instalații de suprafață: a. Puțul minei; b. Clădirea puțului; c. Clădirea mașinilor de ridicare și coborîre a coliviilor; d. Sortarea, prepararea și expediția; e. Turn de extracție cu mașina de extracție; f. Ventilator; g. Centrala de forță cu sala cazanelor; h. Turnul și instalația de stingere a cocsului; i. Bateria de cocsificare cu vagonul de cocs și rampa de cocs; k. Secțiile chimice ale cocseriei pentru captarea gudronului, amoniacului și benzenului; l. Rezervor de gaz; m. Depozitul de material lemnos. B. Exploatarea minieră din subteran; I. Prima galerie; II. A doua galerie; III. A treia galerie (orizonturi de exploatare) cu principalele galerii transversale.
1. Puțul principal cu instalația de extracție cu colivie; 2. Puțul de aeraj cu canalul de aeraj spre ventilator (exhaustor); 3. Rampa de încărcare pe galerie; 4. Galeria de ocolire a puțului; 5. Galerii în strat; 6. Galerii direcționale; 7. Exploatarea cărbunilor cu ciocane de abataj și prin surpare, fără stîlpi de susținere; 8. Abataj frontal cu complex de extracție mecanizat, fără stîlpi de susținere și cu rambleiere pneumatică; 9. Abataj frontal cu haveze; 10. Front de abataj cu ciocane și transportor cu raclete; 11. Suitoare oblică în strat; 12. Abataje cu ciocane în straturile puternic înclinate (abataje în trepte); 13. Instalația de încărcat cărbunii; 14. Puț închis (orb) cu instalație de extracție cu colivie; 15. Puț închis pentru transportul pe verticală a cărbunelui pe jgheab în spirală (transport elicoidal prin greutate proprie); 16. Puț închis pentru transportul materialelor; 17. Puțul de aerisire, cu scară și cu transport pe verticală cu colivie; 18. Galerii de înaintare; 19. Ecluze de aerisire; 20. Bazin de colectare a apelor (dren) cu instalație electrică de evacuare (pompare) a apelor, cu menținere de nivel constant.

legate de fenomenul vieții oamenilor, animalelor și chiar a plantelor, în focurile izbucnite întîmplător în mijlocul naturii și, din vremea de cînd omul știe să facă foc, în vetre și cuptoare.

Deși sînt atîția consumatori, totuși oxigenul își păstrează în aer proporția constantă de 21 procente în volume.

Circuitul lui se închide, echilibrul se restabilește datorită clorofilei plantelor verzi ce reface oxigenul atmo-

sferei, consumînd dioxid de carbon. Clorofila, într-un șir de reacții complicate, descompune dioxidul de carbon, carbonul îl leagă în materialele de bază ale substanței vegetale, iar oxigenul „deșeu" este eliminat în atmosferă. Asimilația clorofiliană constituie și baza formării substanței vegetale din materialele anorganice, dar tot ea asigură și echilibrul cel mare al naturii, între consumul și „producția" de oxigen, nepermițînd conținutului de oxigen din atmosferă să scadă sub nivelul pe care-l cunoaștem.

Astăzi, pe tot globul, prin puțurile minelor se extrag în fiecare zi circa zece milioane tone de cărbune. O dată cu acest cărbune se scot din mină și cantități mari de steril, care trebuie apoi alese și despărțite de cărbune. Spălătoriile și preparațiile așezate lîngă puțuri trebuie să separe cărbunele de rocile extrase concomitent și să-l pregătească în așa fel ca el să poată fi folosit de cei mai feluriți consumatori.

Cărbunele pe care trebuie să-l consume termocentralele, focarele de cuptoare, cuptoarele de cocs, generatoarele de gaz sau sobele casnice nu este același cu cărbunele pe care minerii l-au trimis sus la gura puțului. El diferă de acesta ca granulație, dar mai ales în ceea ce privește conținutul de cenușă, de steril.

„Cărbunele ocnă", după cum îi zic minerii, cuprinde bucăți de mărimi din cele mai diferite, de la firicelul de praf, care poate fi ușor luat în zbor de vîntul ce adie sus, „la zi", pînă la bolovanul de 30—40 de centimetri sau chiar mai mare, pe care doar două brațe puternice de miner îl pot urca în vagonet.

Acest amestec rupt sau tăiat din masivul de cărbune de ciocanul de abataj, de „pușcăturile" artificierului sau de agregatele complexe ce extrag și transportă cărbunele în fronturi lungi de înaintare, este dus la preparația de cărbune și trecut prin ciururi de felurite mărimi. Bolovanii cei mari sînt denumiți „blocuri" și dați la ars în focare, ciuruiții de diverse mărimi, „nuci", „alune" etc., sînt folosiți în focare, în gazogene și peste tot unde atît praful mărunt cît și bolovanii cei mari nu pot fi arși fără pierderi sau deranjamente. „Mărunții" mai mici de

Tabelul nr. 7

Puterile calorice ale diferiților combustibili

Combustibilul	Puterea calorică inferioară	
	kcal/kg	kJoule/kg
Lemn uscat la aer	3 100— 3 800	12 979— 15 916
Turbă uscată la aer	2 800— 4 100	11 733— 17 166
Cărbuni bruni și ligniți	1 900— 3 500	7 955— 14 654
Cărbuni bruni mați și lucioși	3 500— 5 700	14 654— 23 864
Huile	5 700— 7 900	23 864— 33 075
Cocs	7 000— 8 000	29 307— 33 494
Păcură	9 600— 9 900	40 193— 41 449
Motorină	10 000— 10 500	41 868— 43 961
Benzină	10 000	41 868
Aragaz (Amestec de propan-butan)	11 000— 14 000 kcal/m³	46 055— 58 615 kJouie/m³
Gaz metan și gaz de sondă	8 000— 10 100	33 494— 42 286
Gaz de cocserie sau „gaz de oraș"	3 800— 4 500	15 909— 18 840
Gaz de apă	2 400— 2 600	10 048— 10 885
Gaz de generator	1 100— 1 200	4 605— 5 024
Gaz de furnal	900— 1 000	3 768— 4 187

1 cm sînt arși în centralele de forță și în termocentralele care au focare adecvate, sau sînt transformați, cu ajutorul smoalei, în brichete.

Astfel „preparați", cărbunii sînt gata pentru a fi folosiți, dacă nu conțin prea mult steril, dacă la ardere nu dau prea multă cenușă pentru scopul respectiv.

Nici un consumator nu poate folosi cărbune la care cenușa trece peste o anumită limită, impusă de tehnologia și construcția instalației respective. Astfel, cocseria nu poate primi cărbuni cu peste 8,5% cenușă ; calea ferată ce folosește încă ici și colo locomotive cu abur își poate duce la capăt treburile numai cu cărbuni ce nu au peste 16—25% cenușă. Doar termocentralele ce ard cărbune praf pot introduce în focar deșeuri și cărbuni in-

feriori cu pînă la 40% cenușă. Peste aceste cifre, numai focare de construcție cu totul specială pot folosi la ars mixtele și șisturile cu cărbuni, ori șisturile bituminoase, cum se întîmplă la uriașa termocentrală de la Anina, unde masa combustibilă adesea rămîne sub 10%.

Valoarea cărbunelui în combustie este determinată de cantitatea de căldură, măsurată în kcal sau kJoule, obținută la arderea unității de greutate a acestuia.

Nu este totuna dacă un kilogram de cărbune ars dă 8 000 kcal sau 3 500 kcal/kg, după cum nu este totuna dacă pentru a produce 1 tonă de abur se consumă o cantitate de cărbune sau de două ori pe atît. Mărimea care caracterizează cărbunele din acest punct de vedere este denumită „putere calorică" și se măsoară în aparate denumite „calorimetre".

Puterea calorică a cărbunelui depinde de conținutul său în elemente combustibile, respectiv, în principal, de conținutul de carbon.

Cărbunii mai tineri, turbele, ligniții, au un conținut mai scăzut de carbon față de cărbunii mai vîrstnici — huila sau antraciții.

Conținutul de carbon al cărbunelui este determinat de asemenea de conținutul de steril, de material mineral, respectiv de procentul de cenușă al acestuia.

Astfel, pentru a obține dintr-un cărbune brut un combustibil de calitate se cere îndepărtarea sterilului și scăderea cenușii. Acest proces are însă anumite limite economice impuse de raportul dintre cărbunele „brut" extras din mină și cărbunele „spălat" livrat.

Diferența de greutate specifică dintre cărbune (din care un decimetru cub — un litru — cîntărește ceva peste un kilogram) și roca sterilă (din care un decimetru cub cîntărește mai bine de două kilograme și jumătate) permite separarea cărbunelui de materialele minerale anorganice ce-l însoțesc și care prin ardere se transformă în cenușă.

Un șuvoi de apă ce străbate cu viteză un jgheab lasă să cadă la fundul acestuia pietrele, sterilul, și poartă cărbunele curat, mai ușor, către capăt, unde îl lasă pe ciururi sau site.

În alte instalații, lichide mai grele decît apa, mai grele chiar decît cărbunele, dar mai ușoare decît rocile

sterile, separă repede și bine cărbunele, care se strînge la suprafață, de materialele grele ce se adună în fundul bacului.

Praful fin și mărunt care nu se poate spăla prin aceste metode se trimite în instalațiile de flotație unde, folosindu-se diferența dintre tensiunile superficiale de umectare, deosebirile de comportare a cărbunelui și a rocilor înconjurătoare față de mediul de flotare, se separă un cărbune fin „flotat" și un „șlam" plin de steril.

Astfel „spălat", „preparat", curat, negru și lucios, împărțit după mărime și sorturi, cărbunele este gata pentru a fi folosit în industrie.

Iată cărbunele, piatra neagră în care a zăcut închisă sute de veacuri o părticică a energiei solare, ajuns la punctul de a fi folosit și transformat în energie, lumină, în noi materiale pentru industrie și pentru uzul oamenilor. Mai toate aceste procese au loc cu ajutorul focului.

Focul acționează peste tot acolo unde din combustibili iau naștere multiplele și variatele forme a mii de produse fără de care astăzi nu am putea concepe viața modernă, fiind, în același timp, și forma cea mai răspîndită de folosire a cărbunelui. Căldura arderii poate fi întîlnită în :

— focul cărbunilor ce ard în focarele în care se generează forța ce asigură deplasarea locomotivelor pe șine sau pun în mișcare diferite mașini și motoare din fabrici și uzine ;
— focul cărbunilor care încălzesc centralele termice ale caloriferelor din unele țări sau regiuni miniere ;
— focul cărbunilor ce asigură în termocentrale formarea vaporilor prin destinderea cărora ia naștere în turbine energia electrică ;
— focul cărbunilor ce ard în sobele ce încălzesc casele oamenilor.

Tot focul cărbunilor, și însăși materia lor, participă la nașterea cocsului și a gazelor de cocserie, iar cocsul și gazele sînt părtașe la zămislirea fontei, la elaborarea oțelului, la obținerea, prin mijloacele tehnicii moderne, a fierului, a produselor industriei siderurgice, dar despre toate acestea vom aminti într-un alt capitol.

Cărămizile sau țiglele caselor, cimentul ce intră în mortare și betoane, sticla geamurilor și vaza de cristal strălucitoare, varul care se folosește în construcții și aburul sau apa caldă ce ne încălzesc caloriferele au fost produse cu foc, prin energia eliberată de arderea cărbunilor sau a altor combustibili.

Este adevărat că în ultimele trei-patru decenii s-au folosit din ce în ce mai mult, alături de cărbune, petrolul și gazele; este adevărat că într-un kilogram de uraniu zace mai multă energie decît în multe trenuri cu cărbune, dar în același timp este adevărat și faptul că, față de nevoile mereu crescînde ale omului modern, toate acestea reprezintă încă prea puțin, și nici petrolul, nici gazele, nici măcar uraniul n-ar putea — după datele actuale ale tehnicii și ale științei — să satisfacă în curînd toate nevoile oamenilor, fără să mai fie folosit și cărbunele. Astăzi a devenit sigur că trecerea de la era postpetrolieră la domnia energiilor neconvenționale va trebui asigurată prin folosirea masivă a cărbunilor.

Și, chiar dacă producerea energiei electrice se va putea face în viitor la fel de ieftin și mai comod în hidrocentrale sau în centralele nucleare, există multe alte ramuri ale industriei în care încă nu se poate întrezări nici un înlocuitor al cărbunilor.

Fabricarea fontei și a oțelului, întreaga industrie siderurgică așa cum arată ea astăzi, la proporțiile gigantice la care a ajuns, nu poate exista fără cărbune, și nu există perspectiva unei industrii a fierului în care acesta să nu fie folosit. *

„Pîinea industriei" își dezvăluie cu adevărat menirea în cadrul uriașelor combinate siderurgice în care intră, zi de zi, mii și mii de tone de cărbune.

Un combinat siderurgic modern, care are o capacitate de minimum 4 500 000—5 000 000 tone produse de oțel într-un an, consumă zilnic 10 000 de tone de cărbune pentru fabricarea cocsului, ceea ce ar însemna 166 de vagoane mari de 60 tone încărcate vîrf, producția spălată a trei-patru mine mari de cărbune.

* Chiar oțelul produs în cuptoare electrice, din „burete de fier" obținut prin „reducere directă" cu gaze, are nevoie de electrozi „siderurgici" produși cu smoală de cocserie.

La fiecare tonă de fontă produsă de furnal se consumă cam 1/2 tonă de cocs, care, arzînd, topește minereurile și zgura, reducînd în același timp oxizii de fier din minereuri și transformînd apoi fierul în fontă.

Gazele ce se degajă la cocsificarea cărbunelui sînt răcite și epurate, fiind folosite apoi, în cadrul economiei generale a combustibilului siderurgic, la încălzirea cuptoarelor Siemens-Martin, pentru fabricarea oțelului, sau în laminoare, pentru aducerea la incandescență a lingourilor de oțel, în cuptoarele adînci sau chiar la termocentralele proprii ale combinatului.

Folosirea gazului „bogat" produs la cocserie, în oțelărie, are loc concomitent cu folosirea gazului „sărac" obținut în furnal, la încălzirea cuptoarelor de cocs, făcîndu-se astfel disponibile mari cantități de gaz de cocs pentru diverse alte scopuri, de care am amintit.

Combinarea, într-o singură unitate mare, a prelucrării cărbunilor la cocs și a industriei fierului, a siderurgiei, duce la apariția unor combinate cum sînt cele de la Galați, Hunedoara, Călan sau Reșița.

Cuptoarele metalurgiei, ce s-au născut din vetrele primitive cu foc liber, au fost printre primele cuptoare construite anume pentru un scop tehnologic.

Datorită faptului că sînt derivate, de fapt, din focul casnic, în care, cu totul întîmplător, din pietrele folosite s-au obținut metale, cuptoarele metalurgice sînt instalații în care focul vine — cel mai adesea — în contact direct cu minereul care se reduce, cu metalul care se topește sau se încălzește.

În diferite ramuri industriale mai există cîteva cuptoare în care flăcările sau gazele arse ating și încălzesc nemijlocit materialele care sînt prelucrate.

Așa sînt, mai ales, unele din cuptoarele industriilor ceramice și cîteva din cuptoarele industriei chimice; dar în multe altele, focul nu vine în contact direct cu materialele pe care le prelucrează fie prin reacții chimice, fie prin modificarea stării fizice sau a structurii lor.

Energia degajată cu ajutorul focului se poate transmite deci direct, iar, alteori, indirect, folosind aerul cald, apa caldă, aburii, curentul electric sau chiar cantitatea de căldură ce trece prin pereții cuptorului în spațiul de lu-

cru. Există însă alte tehnologii în care căldura se transmite prin medii topite sau fluxuri de gaze inerte.

Desfășurîndu-se în toată amploarea sa în focare, focul este, de obicei, transformat într-unul din acești interpuși.

Focarele au apărut din nevoia de a îngrădi focul, de a-l păzi de vînt și de apele care l-ar fi putut stinge, precum și din necesitatea de a limita, a concentra la nivele energetice ridicate căldura obținută prin arderea cărbunilor sau a altor combustibili.

Neexistînd inițial nici o diferență între focar și spațiul de lucru, focul era în contact direct cu materialele puse la încălzit. Dar curînd au apărut și cuptoarele cu focar, forma tipică a „locului de muncă" a focului. Proiectarea focarelor la o formă optimă a spațiului de acționare a căldurii asigură folosirea ei eficientă.

Cel mai simplu focar este format din groapa primitivă săpată într-o coastă de deal, deasupra căreia se atîrnă un ceaun cu fiertură.

Vîntul intră prin deschiderea de jos, aţîţă și animă flăcările. Gazele arse, după ce se preling în jurul vasului și-l încălzesc, se ridică în golul rămas și se pierd în atmosferă. În formă aproape identică, apar mult mai tîrziu și primele focare „tehnologice", cuptoare cu cuvă pentru reducerea minereurilor, furnalul primitiv, cuptoarele de ars produsele ceramice (vase, oale, farfurii, figurine etc.).

Dar de la aceste instalații pînă la prima observație făcută asupra forței aburului ce este închis sub capacul oalei în care clocotește apa mai este cale lungă.

Multe sute de secole trec pînă la prima încercare de a folosi această forță la mașina atmosferică cu piston a lui Denis Papin, din 1690, în care focul produce aburi ce ridică pistonul închis într-un vas cilindric.

Pistonul, ajuns în poziția extremă, este blocat cu o piedică, în timp ce aburii, încep, o dată cu îndepărtarea flăcării, să se condenseze. Vidul astfel format trage cu putere pistonul deblocat, mișcarea putîndu-se transforma în lucru mecanic.

Tot lui Denis Papin i se datoresc primele vase de fiert sub presiune (prima autoclavă este „Oala lui Papin"), ca și folosirea efectului reactiv al aburului, ce se scurge cu putere, deplasînd o primitivă ambarcațiune pusă în mișcare de căldură.

De fapt și morișca cu aburi a bătrînului Heron din Alexandria antichității, sfera cu cîteva eșapamente perpendiculare pe ecuator, tot forța reactivă o folosea.

Dar abia Newcomen, James Watt și Polzunov au reușit, la sfîrșitul secolului al XVIII-lea, să transforme căldura aburilor în mișcare utilizabilă pentru punerea în funcțiune a diferitelor mașini și mecanisme.

Cazanele construite din tole de tablă de oțel nituite și-au schimbat repede forma, iar astăzi, pentru a asigura o transmisie de căldură mai bună, schimbul de căldură se face — chiar și la cazanele cele mai simple — fie prin țevi, prin care circulă produsele arderii și care sînt înconjurate de apă, fie prin țevi în care se deplasează apa și care sînt înconjurate de gazele arse produse în focar.

Prima formă a cazanului cu abur era un simplu cilindru de tablă, închis la amîndouă capetele, ce era așezat pe o zidărie simplă, focul făcîndu-se dedesubt, pe un grătar plan. Gazele arse încălzesc jur-împrejur cilindrul din tablă de oțel, iar aburii ce se formează prin fierberea apei se strîng în cupola denumită „dom", de unde merg la consumator.

Cel mai simplu focar de cazan este alimentat cu cărbune în „bulgări", aruncat cu lopata peste barele de fontă, ce formează grătarul. Prin spațiile dintre bare, aerul ajunge în focar.

La cazanele mai mari, grătarele plane s-au transformat în grătare lanț, în mișcare, pe care încărcarea cu cărbune se face direct, prin greutatea proprie a cărbunilor din siloz.

Grătarele lanț, care au ajuns pînă la 6 metri lungime și 5 metri lățime, erau alimentate cu aer de suflante, ce împingeau aerul pe porțiuni, în așa fel ca arderea să se facă uniform.

Pentru cărbuni cu multă umiditate, cu cenușă și cu volatile multe se foloseau mai ales grătarele în trepte sau grătare de semigaz, care fac o punte către folosirea în focar a gazelor ce se produc în generatoare de gaz.

La arderea cărbunilor praf, ca și la arderea păcurii sau a gazelor — la construcția cazanelor moderne — se renunță la cilindrul de tablă de oțel și fierberea apei se desfășoară în țevi fierbătoare ce înconjoară, „căptușesc" și limitează focarul, și fac legătura între tamburele in-

ferioare și tamburele superioare între care circulă apa și aburul format.

De la cazanul simplu, alcătuit dintr-o singură tolă și umplut pe trei sferturi cu apă, pînă la cazanele de înaltă presiune unde se produce abur chiar și la presiuni de 250 atmosfere, este o cale lungă, iar diferența o reprezintă progresul pe care l-a făcut tehnica în ceva mai mult de două secole.

Cazanele cu unul sau două tuburi de flacără, cazanele cu țevi de fum, cazanele cu țevi de apă sînt numai etape pînă la cazanele de mare productivitate și presiune înaltă folosite în termocentralele de astăzi.

Economia de căldură, dar și economicitatea funcționării cazanelor sînt asigurate de „economizorul" ce preîncălzește apa și „preîncălzitorul", care preîncălzește aerul ce intră în focare.

Vaporii propriu-ziși sînt invizibili, iar ceea ce în viața de toate zilele este cunoscut sub denumirea de „abur" este de fapt apă extrem de fin divizată sub formă de picături ce se formează prin condensarea vaporilor în atmosfera rece.

Într-un vas închis, în spațiul de deasupra lichidului, se strînge o cantitate de vapori corespunzătoare „saturării", la temperatura respectivă. Aceasta corespunde unei stări de echilibru în care, în unitatea de timp, tot atîtea molecule de lichid trec sub formă de vapori cîte molecule de vapori trec înapoi sub formă de lichid. Dar dacă temperatura crește, dacă energia focului vine să schimbe acest echilibru, crește presiunea de vapori, iar dacă această presiune o atinge pe cea atmosferică, lichidul — pentru exemplificare, în cazul nostru apa — începe să fiarbă.

Dacă încălzirea continuă și spațiul în care se strîng vaporii rămîne închis, presiunea crește și, de exemplu, la 119°C aburii formați apasă pe pereții vasului cu o presiune de 2 atmosfere; la 200°C presiunea pe pereți este de 16 atmosfere și așa mai departe...

După evaporarea completă a apei, aburii se pot supraîncălzi, luînd orice temperatură sub formă de „abur uscat", și dacă aburii obișnuiți nu se supun întocmai legilor gazelor, „aburul uscat" urmărește aceste legi pe măsura creșterii temperaturii.

Aburul saturat închis într-un vas nu manifestă nici o creștere de presiune, oricît ar fi comprimat, întrucît o parte din el se condensează, astfel încît restul, rămas sub formă de aburi, își păstrează presiunea inițială.

Dacă fenomenul se desfășoară invers, dacă crește volumul în care este închis aburul saturat, atunci se mai evaporă o parte din lichidul — din apa — închis în cazan, așa încît presiunea să rămînă constantă.

Aburul, ca un purtător al focului cărbunilor, este folosit la încălzit în calorifere, în toate mașinile cu abur, în ciocanele cu abur etc.

Vapoarele ce străbăteau pînă nu de mult mările și oceanele au fost aproape toate puse în mișcare de mașini cu abur, produs în cazane sub care se ardea cărbune, la fel ca și locomotivele ce au străbătut în lung și în lat continentele.

Și spunem că „au fost", deoarece la o bună parte din vasele noi — și în locomotivele noi — focul și-a schimbat interpusul — n-a mai fost mulțumit de randamentul său și acționează direct în motoarele cu ardere internă, în motoare Diesel care transmit apoi energia degajată mecanismelor în mișcare sau unui generator de curent electric.

Și, ca un semn al vremurilor trecute, și astăzi sirenele care anunță începutul și sfîrșitul lucrului în uzine sînt simple fluiere de metal, în care vibrațiile sînt produse de aburii ce s-au născut în cazanele centralei de forță.

Tot așa, locomotivele își anunțau plecarea din gară cu un șuierat prelung de aburi, iar sirenele vapoarelor răzbăteau prin negurile mărilor mult mai ușor decît reflectoarele. Cînd ceața groasă de „zece pături puse una peste alta", după cum zic mateloții, acoperea apele Nordului, urechea trebuia să fie atentă la șuieratul sirenelor ce urlau prelung, ca să nu se producă vreo ciocnire. Astăzi, radarul montat pe toate vasele moderne răzbate mai sigur, oricît ar fi ceața de groasă.

Pistonul, sertărașul, clilindrul, volantul și biela-manivela au fost făcute ca forța focului, ascunsă în abur, să fie transformată la început în energia mecanică a mișcării rectilinii și apoi în mișcare de rotație, care, prin curelele de transmisie, prin angrenare directă sau cu ajutorul unui alt interpus, să se transmită mașinilor și

agregatelor cu care oamenii execută o mulțime de operațiuni și lucrări.

Dar forța aburilor se poate transforma și direct în rotație în turbina cu vapori.

O turbină cu o singură treaptă de destindere, cu o singură roată cu palete ar putea ajunge chiar la 30 000 rotații pe minut, dar la aceasta nu ar mai rezista materialul din care se construiește rotorul.

Turbinele cu abur moderne lucrează în mai multe trepte sau cu contra-presiune, ce permite folosirea la maximum a energiei dezvoltate prin arderea în primul rînd a cărbunilor în focarele termocentralelor.

O turbină modernă de mare capacitate ajunge astăzi la sute de mii cai putere și asigură, față de mașina cu abur, un număr de rotații mult mai mare și mai uniform, precum și un consum mai mic de abur, deci de căldură, pe cantitatea de energie produsă.

Oricum s-ar realiza transformarea în lucru mecanic — prin rotația volantului, prin rotația șaibei cu cureaua de transmisie, sau prin rotația axului turbinei cu abur — energia focului trece la consumator fie direct, fie sub formă de curent electric.

Au existat încercări, în prima jumătate a secolului trecut, pentru a transmite această energie chiar și la distanță cu curele și cabluri, dar, bineînțeles, tentativa, complicată și greoaie, n-a putut trece de faza inițială.

Muncitorii mai vîrstnici, de mult ieșiți la pensie, cunosc diferența „ca de la cer la pămînt" dintre o hală de uzină veche și o hală nouă. Legătura dintre „cerul", de unde se lua mișcarea, și „pămîntul" pe care erau așezate mașinile era făcută prin zeci și sute de curele de transmisie.

Energia necesară se transmitea în toată hala printr-un ax principal — atîrnat de obicei sub tavan, — de la care fiecare mașină își lua cota de energie cu aceleași vechi și mult prea cîrpite curele de transmisie, axul fiind pus în mișcare printr-o altă curea de transmisie de la o mașină cu abur ce era alimentată de un cazan sub care ardea cărbune...

Curentul electric a dislocuit aproape total din industrie transmisia cu curele și a adus energia focului, acolo

unde este nevoie de ea, la mașina care o transformă direct în mișcare, în efortul cerut pentru prelucrare.

Nimeni nu-și mai poate închipui ca o hală de uzină modernă, cu zeci și sute de mașini așezate în linii automate, ori agregate complexe servind unor scopuri multiple și executînd mișcări complicate, eventual după programare cibernetică, să mai fie prevăzute cu rețeaua de curele de transmisie necesare. Schema cinematică a unei linii de mașini moderne ar putea să dea o imagine — e adevărat parțială — asupra păienjenișului ce s-ar naște!

La începutul secolului trecut, dezvoltarea continuă a mijloacelor de producție a impus ușurarea transporturilor, a deplasării mărfurilor intrate în sfera schimbului. Dacă șinele își găsesc originea încă în antichitate, cînd pe străzile orașelor romane se practicau, de-a lungul anilor, șanțuri paralele, în așa fel ca roțile căruțelor să se poată rostogoli în ele, abia în secolul al XVI-lea ele apar sub formă de scînduri ce ușurează circulația în mine, dezvoltarea lor în vederea ușurării transporturilor precipitîndu-se din secolul al XVIII-lea.

În 1767 apar primele piese de fontă cu acest scop, iar în 1800 primele șine corniere; apoi, pînă în 1836, se ajunge la profilul de astăzi al șinelor, în formă de ciupercă, cu cap dublu și talpă lată. Și dacă inițial mișcarea pe aceste șine a fost asigurată cu cai, la începutul secolului trecut și-au făcut apariția, una după alta, diferitele modele ale locomotivelor.

Una din primele locomotive a apărut în 1812 și reușea, arzînd cărbune, să tragă cu o viteză de 6 km pe oră un tren de 100 tone. Dacă se scădea greutatea trenului la 20 de tone, viteza creștea pînă la 11 km pe oră.

Această locomotivă avea roți dințate ce se angrenau în cremaliere, deoarece inginerii epocii erau de părere că o șină lină, dreaptă nu poate fi folosită.

Prima locomotivă care a circulat pe șine drepte, a apărut în 1813 și a fost denumită, din cauza aburilor ce scăpau din țevile sale, „Bill Sforăitorul".

Necesitățile transporturilor dintre orașele Liverpool și Manchester au impus la un moment dat trecerea la un mijloc de locomoție mai rapid și mai sigur decît diligențele folosite mai înainte. Dar cînd George Stephenson, fiul unui fochist, a propus construirea unei căi fe-

rate, moșierii, proprietarii canalelor de navigație, lorzii și cărăușii au început o propagandă intensă împotriva acesteia, susținînd că este lezat „dreptul de proprietate".

În urma atacării inginerilor și muncitorilor ce executau lucrările, acestea au fost întrerupte, iar parlamentul a trimis o comisie de anchetă ca să lămurească problemele legate de construirea căii ferate.

Cu toate piedicile, pînă la sfîrșit, calea ferată a fost terminată și trebuia să fie inaugurată...

Totuși dușmanii progresului și ai căilor ferate au reușit să impună ca, la inaugurarea căii ferate, la 15 septembrie 1825, locomotiva să fie precedată de un om călare, care să poarte un steag pe care scria în latinește : „Periculos pentru un om, folositor publicului". Cînd Stephenson a făcut semn călărețului să se dea la o parte, primul tren a reușit să atingă viteza de 24 km pe oră. Iar apoi, istorica întrecere între locomotive a fost cîștigată de locomotiva „Rocket" a lui Stephenson, care, arzînd cărbune, a reușit să tragă cu o viteză de 48 km pe oră un tren de 13 tone.

Succesul acestei locomotive s-a datorat faptului că ea a fost mult îmbunătățită față de predecesoarele sale. Cazanul era făcut din țevi iar aburul nu se elimina în atmosferă direct din cilindru, ci era trecut prin coș, mărind astfel tirajul și îmbunătățind prin aceasta arderea cărbunilor, intensitatea termică a focului.

Principiile de bază ale construcțiilor locomotivelor cu abur nu s-au schimbat nici pînă astăzi. Doar indicii de exploatare au fost îmbunătățiți mereu, mărindu-se în primul rînd puterea locomotivelor, deoarece o locomotivă mai puternică are un consum specific mai redus de cărbune de fiecare cal putere produs și folosit.

Aceeași consecință o are folosirea aburilor la o presiune mai ridicată. Aceasta a fost prima realizare de mecanisme în care focul cărbunilor s-a transformat în mișcare, de fapt în deplasare.

Veacuri de-a rîndul, deplasarea a fost legată de folosirea cu totul întîmplătoare a energiei vîntului, sau de energia atît de ușor consumabilă a oamenilor și a animalelor. Extinderea nevoilor societății și dezvoltarea tehnicii au dus la crearea și folosirea locomotivei, a mașinei cu abur, care a început să circule pe șine.

Marx, vorbind despre mașina cu abur, arată că... „se descoperise un prim motor care își producea propria sa forță motrice prin consumul de cărbuni și de apă, care este supus în întregime controlului omenesc în ceea ce privește energia, care este mobil și în același timp un mijloc de locomoție, care e orășenesc, și nu rural, ca roata hidraulică, care permite concentrarea producției în orașe, în loc să o împrăștie la țară, cum face roata hidraulică, care este universal în aplicarea sa tehnologică și a cărui așezare este determinată în măsură relativ mică de împrejurări de ordin local“ *.

Tehnica, ce nu stă pe loc nici o clipă, a reușit în ultimii ani să elimine chiar și cazanul cu abur, aburii și turbina cu aburi, folosind direct energia gazelor arse, în turbina cu gaze.

Iar apoi — de fapt în paralel cu această dezvoltare — a luat avînt dezvoltarea locomotivelor Diesel, locomotivelor Diesel-electrice (și hidraulice), ca în final, pe cale indirectă, să se revină — cel puțin parțial — tot la cărbune. Și această cale mai certă a fost locomotiva electrică ce folosește tocmai cărbunii inferiori arși undeva, departe, într-o centrală termoelectrică.

Dar să lăsăm motoarele moderne și să ne întoarcem în urmă cu peste 440 de ani, cînd — pare-se că la Barcelona — în anul 1543, Blasco de Garay a încercat să construiască o corabie care să călătorească pe ape cu ajutorul focului.

Ce rezultate a avut nu se mai știe ; fapt este că, după, mulțimea de diferite vase cu pînze, brigguri, schonere, caravele, cutere sau yahturi cu care omul a înconjurat pămîntul, pe firul apelor a apărut primul vas mînat de energia degajată la arderea cărbunilor.

Primul „vapor“ ce a încercat să răzbată apele Fuldei, din provincia Hassen, a fost distrus de pescarii ce au crezut c-o să le gonească peștii, așa încît despre forma acestui vas cu abur nu mai știm nimic.

O mulțime de patente admise — sau respinse — marchează epoca acestei preocupări cînd s-a reușit să se construiască pînă la sfîrșit un vapor folosibil. Mișcarea

* Karl Marx, *Capitalul*, Ed. P.C.R., 1948, pag. 350.

era asigurată de „zbaturi“ care loveau pe cele două laturi apa.

Elizaveta și *Clermont* au fost primele vase ce au tăiat apele mărilor, cel dintîi între Petersburg și Kronstadt, iar al doilea între New York și Albany.

Deși timp de 30 de ani, de la 1820 la 1850, distracția principală a căpitanilor corăbiilor cu pînze a fost să întreacă orice „vapor“ mînat cu abur, totuși, curînd, apare elicea ce înlocuiește zbaturile și vapoarele încep să străbată oceanele. *Curaçao* și *Savanah* au fost primele vase ce au făcut drumul între Lumea Veche și Lumea Nouă cu forța aburilor produși prin arderea cărbunilor.

Curînd apar chiar vase de 3 500 tone, construite pentru prima dată din tablă de oțel. „Culmea !, din fier și nu se scufundă ?“ era întrebarea ce exprima mirarea fără de margini a marinarilor epocii de glorie a corăbiilor cu pînze. Folosirea cărbunilor și a mașinii cu abur a permis construirea vestitului *Leviathan*, botezat ulterior *Great Eastern*, care apare ca erou principal în cartea lui Jules Verne, *Un oraș plutitor*.

Depășindu-și epoca, acest gigant călător pe apele oceanelor n-a reușit niciodată să satisfacă cerințele de beneficii ale societăților în proprietatea cărora ajungea și foarte repede a trebuit să fie vîndut ca fier vechi.

Totuși, cu toate neajunsurile, mașina cu abur ce folosește cărbune își impune dominația și în navigație, și „vaporul“ dislocuiește, încetul cu încetul, aproape complet vasele cu pînze.

Dar, foarte curînd, aburul a fost concurat de motorul Diesel ce punea cu succes în funcțiune puternicele motoare ale circulației terestre sau marine.

Dar nu trenul, nici vapoarele și nici alte industrii n-au fost primele ce au folosit la ars cărbunii.

După hrană, îmbrăcăminte și locuința necesară, combustibilul menajer constituie pentru fiecare om materialul de absolută necesitate, de a cărui procurare, în special în anotimpurile friguroase, sînt legate multiple probleme.

Am mai spus în alte rînduri că natura nu a fost la fel de darnică cu toți locuitorii planetei noastre și că puțini sînt aceia ce-și pot permite să ardă în sobe lemne tăiate din pădure sau gazul extras din sol.

Tabelul nr. 8

Randamentele termice ale unor sobe, cazane și cuptoare arzînd cărbune

Instalație	Căldură utilizată prin arderea combustibililor %
Sobă de teracotă	70—85
Plită de bucătărie	20—30
Încălzire centrală	60—80
Cazan ignitubular cu grătar fix	60—70
Cazan aqua tubular cu grătar lanț și economizor	76—82
Cazan modern cu arderea cărbunelui praf, economizor și preîncălzirea aerului	85—92
Cuptor de propulsie	30—40
Cuptor mic pentru forje	10—20
Cuptor pentru încălzirea niturilor	2—5

Cei vitregiți în repartiția combustibililor de acest fel au dezvoltat o întreagă industrie a combustibilului casnic, bazată pe cărbune sau pe produse ale prelucrării sale, deșeuri industriale și alte materii prime.

Este cazul ca în cadrul acestui capitol să amintim cîte ceva despre aceste industrii ale „combustibilului casnic", ele fiind direct legate de arderea cărbunelui.

Inițial, cărbunii erau arși ca atare. S-a constatat repede și cu regret că pe această cale nu puteau fi folosite decît granulațiile mari de cărbune, măruntul sub 10—15 mm neputînd fi utilizat în sobe cu tiraj redus.

Și pentru că regretele nu ajută cu nimic nici tehnicii și nici economiei, ele s-au transformat repede în soluții practice, mărunțul de cărbune, amestecat cu un liant, fiind presat în matrițe — operație care se numește curent brichetare — obținîndu-se brichete de dimensiunea dorită, ușor de manipulat, care ard bine și nu murdăresc atît de mult pe cel ce le manipulează, cum se întîmplă adeseori în cazul cărbunilor.

Se poate bricheta orice, și lista materialelor brichetate este lungă, de la mărunți de cărbune, deșeuri de

lemn, talaj, coji de floarea soarelui, orice deșeu agricol, gunoi etc., pînă la deșeuri industriale, reziduuri de extracție, mărunt de cocs și semicocs, gama materiilor prime brichetate pentru combustia casnică fiind practic nelimitată. Singura condiție este aceea a conținutului de carbon care trebuie să fie suficient de ridicat, pentru a asigura, prin căldura degajată, arderea brichetei cu realizarea unor efecte termice utilizabile.

Ca lianți s-au folosit de asemenea un număr impresionant de materiale. Smoala și gudronul, obținute tot din cărbune, ori bitumul, reziduuri de distilare a gudroanelor și a țițeiului, apoi alte substanțe cu puteri liante ce rezultă din industria chimică, deșeuri de la fabricarea celulozei, amidon și uneori chiar și lut reprezintă numai cîțiva dintre lianții utilizați în această industrie.

În fond, întreaga problemă este una de conjunctură, și materia primă utilizată depinde de prețul ei, de cererea cantitativă și calitativă de combustibil.

Pentru arderea brichetelor de cărbune în sobe, acestora li s-au adus o serie întreagă de modificări pentru optimizarea tirajului și mai apoi pentru recuperarea eficientă a căldurii gazelor arse.

Totuși, cu toate modificările, nu s-a reușit rezolvarea unei probleme care, avîndu-se în vedere creșterea populației și concentrarea sa în centre industriale aglomerate, a ajuns să se pună în mod deosebit de acut.

Fumul coșurilor, al miilor, zecilor și sutelor de mii de coșuri de la focare în care se ard cărbunii duce la impurificarea aerului, la poluarea atmosferei.

Consecințele unei astfel de infestări a mediului înconjurător ne sînt cunoscute — deoarece natura a fost darnică cu țara noastră, ne-am putut permite să ardem lemn sau gaz metan în sobele casnice și în focarele industriale — doar din relatările ziarelor privind victimele „smog"-ului în centrele populate. Acesta este constituit din pături de fum și ceață care acoperă și izolează, în perioadele de stagnare a curenților atmosferici, orașe întregi, ducînd la moartea prin asfixiere a celor suferinzi de afecțiuni ale aparatului respirator sau de boli cardiace.

Problema combustibilului casnic trebuie privită atît din punct de vedere al poluării atmosferei cît și, mai ales, din punct de vedere economic, întrucît arderea lemnului, a gazului metan, a produselor petroliere în sobe sau cazane mici de calorifere reprezintă utilizările cele mai dezavantajoase ale acestora.

Lemnul, chiar și de calitate inferioară, poate fi transformat în hîrtie, celuloză, plăci aglomerate, mangal, produse cu o valoare de cîteva ori mai ridicată decît a combustibilului casnic. Gazul metan și produsele petroliere stau la baza unei întregi industrii — petrochimia — și utilizarea lor drept combustibil reprezintă — dacă ne gîndim și la faptul că zăcămintele respective sînt epuizabile — o irosire de valori pe care puține țări de pe glob și-o mai pot permite.

De aici își au izvorul multiplele preocupări ale oamenilor de știință și ale tehnicienilor pentru arderea — fără fum — în condiții igienice — a combustibililor inferiori ieftini — mai ales a cărbunilor — care se valorifică greu pe altă cale.

Așa cum s-a mai arătat, arderea reprezintă consumarea într-o reacție violentă — cu degajare de căldură — a carbonului sau a compușilor săi cu oxigenul. Dacă oxigenul — aerul — nu este prezent în cantități suficiente la locul reacției și nu sînt create condiții speciale, atunci o parte din produsele de descompunere termică a combustibilului rămîn nearse, se condensează în contact cu aerul rece și dau ceea ce în limbajul nostru de toate zilele se numește *fum*.

Deci este de reținut că fumul ieșit pe coș înseamnă nu numai poluare ci și PIERDERE DE COMBUSTIBIL și nu este nici o mîndrie pentru un gospodar sau conducătorul unei uzine dacă pe coșuri se înalță spre cer semnele de exclamare ale combustibilului IROSIT.

Bătălia împotriva fumului s-a dus pe două fronturi :

— introducerea forțată a aerului în sobe — focare — pentru a obliga toate produsele descompuse termic să ardă ;

— fabricarea unor combustibili la arderea cărora să se degaje doar atîtea produse volatile cît pot arde în condițiile sobelor casnice.

În același timp s-au realizat instalații care să asigure arderea completă a tuturor componentelor gazelor, astfel ca pe coș să nu apară nici o urmă de fum.

Introducerea forțată a aerului în focare se realizează în industrie cu ajutorul coșurilor înalte sau a ventilatoarelor, iar la focarele casnice printr-o construcție judicioasă a acestora. În țările cu tradiția acestui fel de combustibil există o industrie care produce astfel de sobe. Ele realizează de obicei arderea cărbunelui în două etape, arderea inițială, incompletă, cu degajare puternică de produse volatile, fiind urmată de arderea acestora cu aer secundar pe traseul oarecum complicat pe care-l au de parcurs gazele.

Aplicarea acestei linii presupune reconstruirea tuturor sobelor în care înainte se ardeau lemne, ceea ce, în treacăt fie zis, reprezintă o problemă puțin cam complicată și costisitoare.

Mai avantajoasă pare cea de a doua cale, și anume cea a fabricării „combustibililor fără fum" („fumivor", „defumat" etc.). Nu ne vom referi aici la posibilitatea gazificării cărbunilor sau a cocsului și la transportarea și utilizarea gazului drept combustibil casnic, nici la posibilitatea cocsificării cărbunilor și a utilizării gazelor de cocserie. Acestea reprezintă soluții de conjunctură locală — uneori costisitoare — care însă au cîștigat teren pe alocuri — de exemplu în Germania Federală sau în Republica Democrată Germană, unde astăzi există rețele de mii de kilometri de conducte de transport și distribuit gaze, obținute din cărbune, la consumatori.

Trebuie însă să ne referim și la posibilitatea fabricării combustibilului fără fum care să fie distribuit consumatorilor și ars în sobele obișnuite.

Este cazul să menționăm că acei cărbuni care, prin compoziția lor, se apropie de lemn, adică au în constituția chimică mult O_2 — pînă la 25—30% — ard fără fum și nu ridică probleme grave de poluare — de exemplu turbele și unii ligniți.

Ard fără fum, de asemenea, cărbunii puternic metamorfozați, cu conținut redus de volatile — huilele antracitoase sau antraciții — dar aceștia sînt folosiți cu efect economic mult superior în industrie.

Ard însă cu fum toți ceilalți cărbuni care au ponderea cea mai mare în zăcămintele unor țări.

Una din primele soluții a constat în îndepărtarea din cărbune a acelei părți din volatilele ce sînt provocatoare ale fumului. Bucăți mari de cărbune s-au încălzit în absența aerului și s-a obținut semicocs și produse lichide și gazoase.

Acest cărbune parțial degazat ardea fără fum, dar era rentabil doar în perioadele sau în țările în care produsele volatile lichide obținute puteau fi folosite în industria chimică și ca înlocuitori de țiței. În alte condiții, a pornit cursa pentru a se găsi alte surse ieftine, alte tehnologii de fabricare a combustibilului fără fum.

S-a utilizat cocsul mărunt rămas de la cocserie, cocsul cu calități slabe rezultate în uzinele de gaz de oraș, în urma cocsificării huilelor tinere.

S-a dezvoltat industria brichetării prafului de cocs și mai ales de semicocs, de multe ori cu liantul rezultat din însăși cărbunele prelucrat.

În România, Societatea Petroșani a fabricat înainte de război, după o tehnologie pusă la punct de I. Blum, brichete care ardeau „fără fum", căci erau produse prin brichetarea semicocsului obținut de instalațiile Ab-der-Halden de la Petrila.

De atunci și pînă la tehnica zilelor noastre s-au mai parcurs încă cîțiva pași.

Astăzi se fabrică brichete prin prelucrarea în diferite moduri a materiei prime, semicarbonizări și cocsificări în mai multe trepte, brichetele fiind supuse unor tratamente termice care le conferă rezistență la manipulare, depozitare și stabilitate în flacără. Uzine dintr-acestea produc anual milioane de tone de brichete pentru combustia casnică dar și pentru diferite industrii.

În paralel cu industria combustibilului casnic propriu-zis, în țările interesate s-a dezvoltat producția așaziselor aprinzătoare. Acestea sînt brichete sau amestecuri împachetate în pungi, fabricate în principiu dintr-un combustibil și o substanță anorganică capabilă să genereze oxigen care să accelereze și să intensifice procesele de ardere. Cu ajutorul acestor „aprinzătoare", chiar și la cărbunii mai bătrîni aprinsul focului se simplifică, ne-

maifiind necesare toate operațiile premergătoare, și focul arde ușor.

În țara noastră, fabricarea combustibililor de uz casnic nu este prea dezvoltată, ea limitîndu-se la brichetarea cărbunilor, și mai ales a ligniților, cu liant, livrîndu-se brichetele ovoide care, în sobele obișnuite, ard cu degajare de multă funingine.

Abia recent au apărut sobe speciale, a căror utilizare rezolvă radical această problemă și care pot face chiar din brichete un combustibil apreciat datorită puterii sale calorice ridicate față de cea a lemnului.

O soluție intermediară este deshidratarea sub presiune a ligniților, ce permite livrarea către populație a „lignitului înnobilat" care, în primul rînd, nu se fărîmițează.

În acest domeniu, în unele țări, fabricarea cocsului-brichete pentru uz casnic a luat-o înaintea fabricării cocsului-brichete de furnal, astfel că, în mod paradoxal, o parte din munca de pionierat pentru găsirea de noi procedee de cocsificare a fost întreprinsă nu din necesitatea fabricării cocsului de furnal, ci din necesitatea asigurării combustibilului casnic.

Astăzi, numai în Europa Occidentală se fabrică anual 4 500 000 tone de cocs-brichete — combustibil fără fum —, iar producția va cunoaște o permanentă creștere.

De altfel, după balanța de cocs din tabelul alăturat, reiese că, într-o vreme, în țări dezvoltate industrial producția de combustibil casnic — nepoluant — era o problemă aproape tot atît de importantă ca și producția de cocs metalurgic.

Tabelul nr. 9

Repartiția producției de cocs pentru consumatori în cîteva țări în anii 1960—1970

	R.F.Germania	Franța	Marea Britanie
Industria siderurgică	47,9	67,2	48,0
Consum casnic	22,68	13,0	36,7
Alte industrii	20	18,7	14,7
Căi ferate	1,1	0,6	0,6
TOTAL	100	100	100

Capitolul IV

ÎNCEPUTURILE OBȚINERII FIERULUI ȘI PRIMUL COMBUSTIBIL SIDERURGIC : MANGALUL

Dezvoltarea industriei moderne, atingerea unui grad de perfecțiune tot mai avansat presupun îmbinarea în procese tehnologice bine definite a priceperii oamenilor de știință cu experiența și inițiativele muncitorilor, tehnicienilor și inginerilor care aplică cuceririle acestora la resursele naturale de materii prime supuse diferitelor transformări, sub acțiunea multiplelor forme de energie.

Practic, nu există domeniu al industriei în care mișcarea continuă de la simplu la complex să nu poată fi ilustrată în lupta de zi cu zi pentru sporirea eficienței și deci modernizarea producției, pentru creșterea calității, a valorii de utilizare precum și pentru scăderea prețului de cost al produselor.

„Priceperea" de astăzi a omului — trecerea de la practica simplă la apariția științei, de la experiența concretă acumulată și transmisă din generație în generație, la cunoașterea teoretică, de descoperire a legilor naturii și folosirea lor — este rezultatul unui proces istoric, îndelungat, al cărui început se pierde în negura veacurilor.

Utilizarea focului, prima formă de energie concentrată și descătușată stăpînită de mîna omului, a marcat, împreună cu primele unelte, chiar apariția omului și a determinat saltul care a ridicat strămoșii noștri deasupra animalelor, concurenți la supraviețuire și apoi hrană a acestora.

Din vremuri preistorice, focul — energia — a fost un aliat de nădejde al omului. Acesta l-a folosit la început în forma cea mai simplă — căldura binefăcătoare desprinsă din energia chimică înmagazinată în combustibili, în primul rînd în lemne, care se degajă la arderea acestora. Apoi, mult mai tîrziu, în decursul ultimilor 200 de ani, omul a învățat, cu ajutorul focului, să

producă abur, să miște, să transforme energia calorică în energie mecanică și apoi a început să producă și să întrebuințeze energia electrică, ale cărei utilizări par a fi tot mai nelimitate.

Dar nimeni nu și-ar putea imagina industria de astăzi, mașinile și mecanismele, de la cele mai simple la cele mai complexe, care ne ușurează munca și permit la tot pasul transformarea naturii, — fără existența în cantități suficiente, la îndemîna tehnicii, a „fierului".

Toporul și plugul de fier au înlocuit la vremea lor uneltele rudimentare de piatră, precum și pe cele din cupru sau bronz, rare, scumpe și de aceea inaccesibile pentru majoritatea populației.

Folosirea din ce în ce mai complexă și largă a fierului a deschis posibilitatea perfecționării mijloacelor de producție și de locomoție pe uscat și pe apă, determinînd astfel dezvoltarea meșteșugurilor, manufacturii și negoțului.

Astăzi siderurgia — fabricarea fontei și apoi a oțelului, cele două forme în care elementul fier se produce și se utilizează în industrie — constituie un indice esențial în aprecierea nivelului de dezvoltare industrială a unei țări și determină, în ultimă instanță, independența acesteia din punct de vedere economic.

Producerea pe cale rudimentară a fierului în cuptoare de lut, utilizînd drept combustibil și reducător mangalul de bocșă, este cunoscută încă din antichitate, respectiv din secolul al XV-lea î.e.n. Este aproape sigur că primele „șarje" de fier brut să fi fost produse în această vreme ca un produs secundar rezultat la topirea aurului.

Cu trecerea secolelor, tehnologia de producere a fierului suferă modificări lente. În această perioadă secretul, experiența acumulată la producerea sa se transmiteau din generație în generație.

Producția de fier era scăzută, iar din el se fabricau obiecte forjate, deoarece în acest proces se obțineau „lupe" rezultate din reducerea directă a minereului, iar separarea zgurei se realiza pe cale mecanică.

În aceste condiții, combustibilul utilizat, — mangalul — acoperea complet — calitativ și cantitativ — cerințele meșteșugarilor metalurgiști.

Materiile prime esențiale — minereul și mangalul — au determinat așezarea producătorilor de metal în locuri împădurite, în apropierea zăcămintelor de minereu potrivite prelucrării prin tehnologia cunoscută.

Prin încălzirea lemnului în prezența aerului (deci a oxigenului) are loc aprinderea acestuia, energia înmagazinată în plante fiind parțial redată circuitului natural sub formă de energie calorică.

Din complicatele molecule de celuloză și lignină rezultă produși chimici simpli, cu un conținut energetic mai scăzut decît al moleculelor inițiale și o cantitate de căldură care, atunci cînd este raportată la unitatea de masă, este denumită „putere calorică".

Este astăzi ușor de înțeles că un material ce conține pînă la 50% umiditate și al cărui conținut în carbon este scăzut nu poate da pe unitatea de masă concentrări de energie calorică suficiente pentru a putea duce la reducerea ori chiar topirea unor șarje de minereu.

Precizarea acestei constatări, banale astăzi, a necesitat la începuturile metalurgiei observații îndelungate și este mai mult ca sigur că întîmplarea și-a avut rolul său în descoperirea fabricării mangalului.

Adesea păstorii sting în grabă un foc în aer liber acoperind rămășițele lui cu nisip sau cu pămînt din jurul vetrei. Probabil că mulți dintre ei descoperă la reaprinderea în același loc a focului, la fel ca și strămoșii noștri, bucăți dintr-un material ușor, poros, negru lucios, care lasă urme pe mîini și se aprinde ușor, cu degajarea unor cantități mari de căldură. Acesta este mangalul, denumit de obicei, dar impropriu „cărbunele de lemn".

În procesul de încălzire a lemnului în absența aerului are loc, generată în primă fază de aportul de energie dat din exterior, evaporarea cantității mari de apă conținut în lemn. Apoi, la temperaturi de pînă la 270°C, din moleculele complicate de celuloză și lignină ce alcătuiesc lemnul se desprind molecule mai mici și se degajă vapori condensabili conținînd acid acetic și alcool metilic.

În continuare, nu mai este necesară încălzirea lemnului întrucît reacțiile — „exoterme" — de descompunere ce au loc la temperaturi peste 270°C degajă suficientă căldură pentru continuarea procesului de „carboni-

zare". Produsele gazoase — vapori — ce se degajă acum sînt alcătuite din acid acetic, alcool metilic, hidrocarburi și gudroane.

La circa 400°C — temperatură la care ajunge să se încălzească masa lemnoasă, datorită căldurii de reacție, — degajarea de hidrocarburi este maximă, în dauna produselor ușoare a căror formare încetează.

Reziduul solid reprezentînd în final „mangalul" are o structură chimică total diferită de aceea a materialului inițial, ceea ce explică întru totul însușirile sale diferite de ale lemnului.

În baza analizelor elementare, procesul poate fi reprezentat prin reacțiile :

$$\underset{\text{lemn}}{7C_{12}H_{60}O_{28}} \rightarrow \underset{\text{mangal}}{3C_{16}H_{10}O_2} + 28H_2O + 5CO_2 + 3CO +$$

$$+ \underset{\text{acid acetic}}{2CH_3\,C\,OOH} + \underset{\text{alcool metilic}}{CH_3OH} + \underset{\text{gudroane}}{C_{23}\,H_{22}O_4}$$

Această relație ilustrează într-o primă aproximație transformările ce au loc în lemnul supus carbonizării. Randamentele de produse indicate de ea sînt apropiate de cele determinate experimental.

Dintr-o tonă de lemn de fag se obțin prin carbonizare-„mangalizare" :

347 kg mangal
270 kg apă
210 kg gaz
57 kg acid acetic
24 kg fracțiune alcoolică
92 kg gudroane

Dar ce s-a întîmplat cu compoziția elementară a lemnului la transformarea sa în mangal ? Ne-o arată tabelul de mai jos :

	C%	H%	O+N%	Cenușă %	Apă %
Lemn uscat	40	4,8	34,2	1	20
Mangal	77	2,5	15	3	2,5

Lemnul, care arde încet și dezvoltă o cantitate de căldură de numai 2 000—3 000 kcal/kg, se transformă deci într-un combustibil ușor, reactiv, care arde repede și dezvoltă o cantitate de căldură de 6 500—7 000 kcal/kg.

Mangalul reprezintă, în comparație cu lemnul, o formă superioară de combustibil, capabil să dea concentrațiile de energie calorică necesare încălzirii metalelor pînă la temperatura cînd pot fi ușor prelucrate sau la nevoie chiar pînă la temperatura de topire a acestora. Primele furnale au funcționat cu mangal.

Și acum să ne întoarcem la istorie...

Arheologii pot dovedi urme ale prelucrării în acest fel a lemnului cu milenii înaintea erei noastre. Vîrfuri de săgeată lipite cu gudron, prelucrarea metalelor prin forjare, vopsirea caselor cu gudron, etanșarea butoaielor cu smoală, pînă și îmbălsămarea mumiilor cu distilat acid apos arată că istoria carbonizării lemnului poate fi urmărită pînă în trecutul îndepărtat.

Inițial, carbonizarea — mangalizarea — lemnului se făcea în gropi, cu scopul principal de a produce mangal. Creșterea cererii de mangal, determinată de creșterea consumatorilor, răspîndirea meșteșugurilor duc la descoperirea bocșelor, care pot fi considerate primele instalații industriale pentru producerea mangalului.

Simplitatea acestora face ca și astăzi, în locuri în care lemnul există din abundență, să fie folosit acest procedeu „istoric" de fabricare a combustibilului metalurgic. O bună parte din siderurgia Braziliei folosește mangal, și chiar și la noi în țară furnalele mici de la Vlahița mai consumă și azi mangal! Este adevărat că în acest fel se obține o fontă de calitate excepțională, folosită la turnarea pieselor cu solicitări superioare. În general însă, mangalul nu se mai folosește în mod curent decît în unele procese din industria chimică, la producerea unor feroaliaje, la obținerea siliciului metalic etc.

Bocșele pot fi considerate, pe drept cuvînt, primii strămoși ai cuptoarelor moderne de fabricare a cocsului metalurgic — combustibilul de astăzi al siderurgiei.

Capitolul V

INDUSTRIA COCSOCHIMICA

Dezvoltarea producției materiale, a comerțului, schimbarea relațiilor de producție sclavagiste cu cele feudale, și apoi capitaliste, dezvoltarea forțelor de producție au dus la un avînt remarcabil al științei, care, la rîndul ei, se corelează ca o condiționare a acestei dezvoltări.

Societatea capitalistă, în ascensiunea sa, a sprijinit și utilizat cuceririle științei în plină înflorire, astfel că fabricarea fierului pudlat în cuptoare de lut este repede părăsită pentru procedee mai productive, de fabricare în furnale a fontei și, din aceasta, într-un alt cuptor, a oțelului.

Descoperirile în domeniul metalurgiei fierului, fabricarea fontei și a oțelului la calitatea dorită au deschis un cîmp imens dezvoltării siderurgiei. Ele sînt plasate în revoluția industrială pe același loc cu descoperirea mașinilor textile și a mașinii cu abur, cu care sînt aproximativ contemporane și a căror evoluție ulterioară o condiționează ca sursă de materie primă.

Fabricarea fontei se face în cuptoare cu cuvă, tot mai perfecționate, care în timp iau forma furnalului de astăzi. Începe să fie resimțită lipsa resurselor de lemn, pădurile multor țări europene fiind devastate.

Mărimea dimensiunilor furnalului era limitată de rezistența mecanică scăzută a mangalului, care nu putea suporta greutatea coloanelor de minereu tot mai înalte ce se încărcau în furnal.

În același timp, este rezolvată, prin invențiile mecanice ale secolului XVIII-lea, problema insuflării aerului în furnal.

Se creează astfel condițiile materiale ale folosirii unui nou combustibil pentru fabricarea fontei — cocsul. Abraham Darby a reușit, în 1711—1713, să realizeze la scară industrială producerea fontei la uzina de la Coalbrook-

dale, prin reducerea minereului cu cocs, obținîndu-se totuși o fontă din care se puteau turna piese cu pereți subțiri, marea artă și specialitate a lui Abraham Darby.

Aceasta a determinat amplasarea marilor centre siderurgice în locurile unde existau în abundență resurse de materie primă ieftină, cărbune și minereu, avînd loc o adevărată migrațiune „industrială" de pe crestele și din văile devenite golașe spre centrele carbonifere.

Pentru producerea cocsului au fost utilizate inițial bocșele de carbonizare a lemnului. S-a constatat repede că nu toți cărbunii dau un cocs utilizabil în furnal și că există o categorie de cărbuni „cocsificabili" delimitată inițial semiempiric de alte categorii de cărbune.

Din respect pentru această „tradiție în tehnică" vom descrie pe scurt modul de lucru al unei astfel de bocșe.

Cărbunele „cocsificabil" — huila de cocs —, în bucăți de dimensiuni mari, era stivuit cu atenție în jurul unui canal vertical central. La partea de jos a bocșei erau prevăzute guri de tiraj, după care întreaga construcție se izola de atmosfera exterioară printr-un strat de pămînt. Se aprindea cărbunele — huila — de la baza canalului central de ardere, aerul necesar combustiei fiind asigurat prin tiraj natural — de aici și necesitatea bucăților de huile de granulație mare, alese.

Prin astuparea pe rînd a diverselor orificii de acces ale aerului spre zona de ardere se regla cantitatea de aer, și astfel și cantitatea de căldură degajată, mersul general al procesului de cocsificare.

Gazele, produsele volatile erau evacuate pe canalul central și aprinse, arzînd cu flăcări greoaie, bogate în funingine, care imprima întregii regiuni culoarea posomorîtă a industriei de cocs.

Bineînțeles că toate acestea se făceau fără arsenalul modern de aparatură de măsură și control al bateriilor de cocs, numai pe baza experienței de decenii și chiar de veacuri, moștenită din tată în fiu.

Dar așa a fost demult *... tabloul producției de cocs contemporane prezentîndu-se cu totul altfel.

* Deși chiar și după primul război mondial și pînă în anii '40, o parte a producției de cocs din S.U.A. se obținea în cuptoare bocșă, cuptoare „stup de albine", care se porneau și se opreau ușor, în funcție de cerere și ofertă.

Pînă la descrierea industriei cocsochimice moderne să revenim însă la procesele fizico-chimice ce au loc la cocsificare și să le analizăm la nivelul cunoștințelor actuale.

La fel ca în toate cercetările, și aici s-a început cu observarea. Și pentru că ceea ce s-a remarcat că se petrece cu huilele de cocs în timpul încălzirii lor în procesul de transformare în cocs era foarte complex, și pentru că și observarea a fost făcută pe rînd de către practicieni, chimiști, fizicieni, au apărut o mulțime de teorii care toate căutau să cuprindă într-o formulare cît mai completă complicatele procese fizico-chimice ce au loc în timpul cocsificării.

Procesele acestea sînt atît de complexe încît încă astăzi, la sfîrșitul secolului al XX-lea, la peste 270 de ani de la apariția industriei cocsochimice, cu toate succesele obținute de știință în toate domeniile, nu se poate afirma că ar exista o teorie unitară a cocsificării care să satisfacă întru totul exigențele și să permită explicarea și reproducerea — modelarea — în baza ei, a proceselor ce au loc la cocsificarea huilelor de cocs, deși nu lipsesc repetate teorii și ipoteze ce se apropie din ce în ce mai mult de esența fenomenelor, fără a reuși însă să le cuprindă și să le explice pe toate.

Deci — paradoxal — chimia cărbunilor cocsificabili mai este și astăzi un pic „alchimia" huilelor — a șarjelor de cocsificare sau, dacă vreți, „arta cocsificării cărbunilor" și cercetările în acest domeniu se bazează încă mult pe tatonări paralele, cu serii întregi de încercări sistematice, fără să se poată nega pînă la urmă rolul pe care-l are intuiția și, mai ales, experiența practică a celor ce le execută...

În conformitate cu concepțiile la care s-a ajuns asupra structurii cărbunilor cocsificabili, elementele de bază ale masei lor, moleculele, sînt foarte mari. Ele se grupează în adevărate colonii, uriașe macromolecule. Atomii de carbon, hidrogen, oxigen, sulf și azot sînt legați între ei în macromoleculele cuprinse în rețelele spațiale, a căror unitate elementară este considerată ciclul benzenului — șase atomi de carbon legați într-un inel hexagonal cu trei legături duble, aromatice. Inelele hexagonale din moleculele mari ale cărbunilor sînt legate între ele fie

prin atomi de carbon comuni formînd rețele plane, legate în structuri spațiale întinse ce pot fi asemănate fagurilor, fie prin așa-numite „punți" sau „lanțuri" alcătuite din atomi de carbon, hidrogen, oxigen, azot, sulf, rezultate din diverse reacții chimice ce au avut loc în procesele de formare a cărbunilor, în timpul transformării lor, „încărbunăririi" sau „încarbonizării" lor pînă la huilele de cocs, fenomene și procese despre care s-a vorbit pe larg în capitolele anterioare.

La încălzire, în absența aerului — pentru că în aceasta constă în esență procesul de cocsificare al cărbunilor — apar procesele chimice cunoscute pentru astfel de situații, de piroliză, de „carbonizare", care se manifestă prin fenomene de rupere a diferitelor legături și de legare între ele a valențelor eliberate.

La începutul creșterii temperaturii, huila se usucă prin evaporarea din masa sa a umidității adsorbite pe suprafață. Apoi, din porii — microporii — structurii materialului cărbunilor încep să se degaje gaze adsorbite pe suprafața lor (CO_2,N_2).

Pe măsura creșterii ulterioare a temperaturii, din macromolecule se smulg formații mai slab legate, periferice, ce se degajă sub formă de vapori de apă și dioxid de carbon.

Cînd temperatura atinge valori mai mari, grupările ce se rup în acest proces de descompunere termică ating dimensiuni variate, de la produși ușori, gazoși ca : metan, etilenă și vapori de compuși lichizi ca benzenul, toluenul, xilenul, la produși grei, ca vaporii de gudron, care se degajă pînă la 500—550°C.

Procesul de degajare a acestor produse volatile multiple este însoțit pînă la 350—470°C de înmuierea masei cărbunelui. În această perioadă, huila cocsificabilă capătă un aspect păstos, de material vîscos, ca un prim model al unei mase plastice în curs de polimerizare și condensare, într-o fază denumită de unii cercetători metaplast, iar de alții mezofază.

Compușii chimici care au reușit să se desprindă — sub influența energiei termice — din macromoleculele masei cărbunelui, acum în stare păstoasă, sînt obligați să o străbată sub formă de vapori, producînd umflarea și afînarea ei aidoma cu afînarea aluatului unui

cozonac de către dioxidul de carbon degajat în procesele de fermentare. Dar moleculele rupte pleacă repede, și în cuptor se formează încet structura de polimer spațial, alcătuit practic numai din rețele tridimensionale de carbon în legături de plăci hexagonale.

Masa vîscoasă — „metaplastul", „mezofaza", „cărbunele plastic" — încălzită în continuare pierde alte grupe de compuși și devine din ce în ce mai puțin fluidă, pentru ca apoi, de la un moment dat, să înceapă întărirea ei.

„Reziduul" solid ce se formează într-o această primă etapă în cuptor, încălzit la temperatura de 500—600°, este, deocamdată, numai un „semicocs", din care, prin încălzire în continuare, va rezulta — de data asta fără o altă înmuiere ci numai prin degajarea în continuare a unor produși gazoși mai simpli (metan, hidrogen și amoniac) — cocsul metalurgic.

Ciclul de fabricație al acestuia este încheiat atunci cînd temperatura masei ajunge la cca 1 000°C și practic încetează degajarea produselor volatile. (În laborator nu se mai găsesc în masa de cocs decît 1—1,5% materii volatile, față de 28—32% în șarja de cocsificare inițială.)

„Pîinea siderurgiei", cum este de multe ori denumit cocsul metalurgic pentru ponderea și rolul ce-l ocupă la elaborarea fontei în furnale, este un produs de culoare gri-argintie, lucios, care lovit dă un sunet metalic și se sparge destul de greu — deci are o rezistență mecanică ridicată în comparație cu cărbunele din care s-a fabricat. Masa sa este străbătută de o mulțime de pori, care fac ca bucățile mari să aibă o greutate mai redusă decît ne-am fi așteptat la prima vedere. Un metru cub de cocs de furnal abia cîntărește 450-500 kg.

Procesul de cocsificare, de transformare a huilei în cocs, se realizează într-un cuptor ceramic închis, îngust, lung și înalt, încălzit pe dinafară la temperaturi ce ajung în canalele de ardere la 1 300—1 400°C, deși în camera de cocsificare se atinge, la sfîrșitul cocsificării, abia 1 000°C. În tot acest timp se degajă aproape continuu vapori de produse condensabile și gaze, rămînînd în cuptor, ca reziduu, cocsul, materialul heterogen de structură puțin

cunoscută, ceea ce explică în parte dificultățile de care s-a lovit cercetarea procesului de cocsificare.

Cert este că, din întreaga gamă de cărbuni existentă pe glob, nu se poate obține un cocs utilizabil în metalurgie decît numai din cei ce au atins un anumit stadiu de îmbătrînire în zăcămînt, adică au o vîrstă de aproximativ 210—100 milioane de ani și o structură chimică corespunzătoare acestei vîrste.

Există deci „cocs" și „cocs"? S-ar putea crede că este ceva confuz în explicație! Aceasta deoarece nu am precizat că reziduul solid care rămîne după încălzirea cărbunelui, în absența aerului, la 1 000°C se numește întotdeauna „cocs", dar că acest cocs, în funcție de vîrsta — rangul — cărbunilor, este pulverulent cînd provine din cocsificarea cărbunilor tineri (turbe, cărbuni bruni), pulverulent, slab aglomerat și friabil, cînd este fabricat din cărbuni „adolescenți" (huile flambante), ceva mai consistent dar casant cînd este produs din huile „tinere" de gaz, dar este bine topit și utilizabil în metalurgie (cocs metalurgic) cînd materia primă folosită este formată din cărbuni „maturi" (huile de cocs) și din nou pulverulent cînd este obținut din cei „bătrîni", huile antracitoase sau antracit. (vezi și tabelul nr. 10).

Dintre toate aceste „cocsuri", deocamdată ne interesează în mod deosebit numai cel metalurgic, care, în mod normal (o să vedem de ce în mod normal), se fabrică numai din huile cocsificabile sau din șarje ce conțin și cantități importante din astfel de huile.

Dar dintre acestea există destul de puține în zăcămintele de pe glob (aproximativ 19—22% din rezervele de cărbuni ale Terrei), iar consumul lor a crescut continuu o dată cu dezvoltarea siderurgiei.

Creșterea vertiginoasă a consumului de cărbune cocsificabil, lipsa sa completă din rezervele multor țări au îngrijorat destul de repede pe tehnologii industriei cocsochimice și, pentru că soluția „așteptatului" îmbătrînirii geologice a cărbunilor mai tineri nu se potrivește cu ritmul de dezvoltare a industriei, s-au căutat diferite soluții de ieșire din acest impas, iar tehnica modernă a cocsificării a găsit tehnologii adecvate pentru aproape toate felurile de cărbune.

În primul rînd, cocsarii au învățat să păstreze — să depoziteze maximum cîteva luni de zile — cărbunii cocsificabili, și asta deoarece aceștia se alterează în timpul depozitării în aer liber, chiar și cu respectarea anumitor prescripții, astăzi binecunoscute de cei interesați. Cărbunii adsorb în scurt timp (zile sau luni — după vîrsta lor) oxigenul atmosferic cu care se combină la suprafața granulelor, acestea pierzîndu-și însușirea de a se mai topi, de a se plastifia la încălzire și de a da un cocs metalurgic de calitate.

Apoi cocsarii au învățat să deosebească cărbunii cocsificabili de celelalte feluri de cărbune, să-i împartă și pe aceștia pe categorii și să-i utilizeze rațional, combinîndu-i între ei și cu huile cocsificabile de calitate, în șarje de compoziție variată în care se folosesc atît cărbunii cu însușiri mai slabe de cocsificare, cît și cei bine sau excesiv cocsificabili, ba chiar și alte adaosuri.

Pentru aceasta s-au elaborat criterii de apreciere a calității cărbunilor — simple inițial, multiple, mai complicate și mai sigure astăzi.

Se determină astfel analiza tehnică (conținutul de umiditate, de cenușă și substanțele volatile), apoi puterea calorică, analiza elementară, însușirile de plastifiere, aglutinare și cocsificare, iar în ultimii ani — ca o măsură mai sigură a încărbunării lor — reflectanța medie a vitrinitului, criterii după care fiecare fel de cărbune poate fi încadrat în tabelele clasificării, internaționale sau în cele ale clasificărilor naționale.

Pe baza cunoașterii însușirilor cărbunilor au putut fi elaborate procese tehnologice care să permită fabricarea cocsului metalurgic din cărbuni mai tineri, mai bogați în substanțe volatile printr-un regim de încălzire adecvat, prin combinarea lor cu alți cărbuni mai puțin „grași", denumiți degresanți (huile slabe, degresante, sau cu cocs mărunt ori semicocs), prin măcinare diferențiată a componenților sau prin încărcarea stampată, bătucită, a șarjelor de cărbuni sub formă de piloți bătătoriți, în vederea realizării unui contact mai intim între granulele lor și prin aceasta a creșterii greutății volumice a șarjei încărcate în cuptor de la 600—700 kg/m.c., la încărcarea obișnuită — în vrac —, la cca. 1 000 kg/m.c., la șarjele îndesate prin stampare.

Tabelul nr. 10

Aspectul cocsului din diferiți cărbuni și caracteristicile principale ale arderii acestora

% volatile	Felul cărbunelui		Aspectul cocsului	Aspectul flăcării cărbunelui	Aprinderea
60	turbă	fibroasă smoloasă	praf	lungă mată	foarte ușoară
50	cărbuni bruni	pământoși ligniți mați smoloși	praf	lungă mată	ușoară
40	cărbuni de tranziție și huile tinere	bruni huilоși huile cu flacără lungă*	slab topit, slab aglutinat (aglomerat)	lungă mată lungă luminoasă	ușoară
30	huile	de gaz	topit aglutinat (aglomerat)	lungă extrem de luminoasă	relativ ușoară
		grase	topit, puternic aglutinat (aglomerat) și umflat	— „ —	
		de cocs	topit aglutinat (aglomerat) compact	scurtă, extrem de luminoasă	
20					
10	huile slabe și antracitoase	huile slabe degresante antraciți	slab topit, slab aglutinat (aglomerat) praf	scurtă, slab luminoasă scurtă, albastră	grea

Necesarul crescînd de cocs, precum și aceste perfecționări continui și adaptări la specificul materiei prime au schimbat imaginea cocseriei, transformînd-o dintr-o uzină simplă, în care operațiile tehnologice se rezumau la încărcarea și încălzirea șarjelor de cărbune — adeseori chiar nemăcinate — și apoi stingerea și ciuruirea

* Huile flambante.

cocsului, în uzine mari, complexe, care cuprind secții complicate de pregătire — măcinare, dozare și eventual de preîncălzire sau brichetare a materiilor prime — secții de cocsificare, secții de recuperare a produselor chimice volatile, de prelucrare a acestora, precum și secții de sortare și expediere a cocsului.

Există astăzi unități cocsochimice care produc anual peste 4 000 000 tone cocs metalurgic și care consumă pentru aceasta cca. 6 000 000 tone de cărbuni, cum este uzina cocsochimică de la Combinatul Siderurgic de la Galați.

Pentru alimentarea ritmică a unui astfel de gigant sînt necesare zilnic 300 de vagoane de cărbuni de cîte 60 de tone sau un mineralier de 60 000 tone la fiecare 3 zile, iar produsul său principal, cocsul, este de obicei expediat pe kilometri de benzi transportoare direct în buncărele furnalelor din a căror încărcătură el reprezintă cca. 25—30% în greutate și 50% în volum.

Fabricarea cocsului metalurgic într-o uzină clasică modernă în care se aplică încărcarea pe sus, în vrac, în cuptoarele de cocsificare, care, la ultimele realizări, au ajuns la o capacitate de peste 50 m^3 pe fiecare cuptor și producții anuale de peste 1 000 000 tone la fiecare baterie de cîte 60—80 de camere de cocsificare.

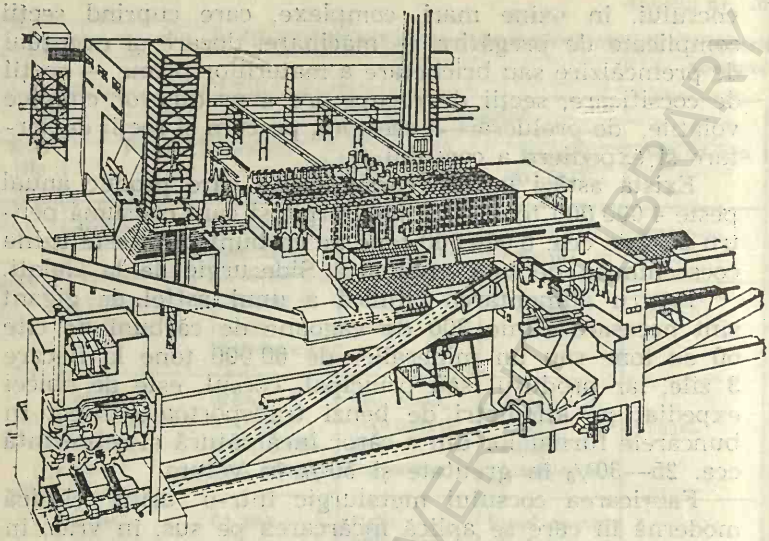
Materiile prime se aduc pe calea ferată direct de la producător sau din port ori din depozitele intermediare, deasupra silozurilor de primire ale uzinei cocsochimice culbutoare uriașe răsturnînd vagoane de 50—60 tone încărcătură și asigurînd golirea lor în 20—30 secunde.

Iarna, vagoanele înghețate sînt ținute înaintea descărcării timp de cîteva ore în „tunele de dezgheț" unde, cu ajutorul gazelor arse calde, se asigură dezghețarea cărbunilor, astfel încît devine posibilă descărcarea lor prin răsturnare.

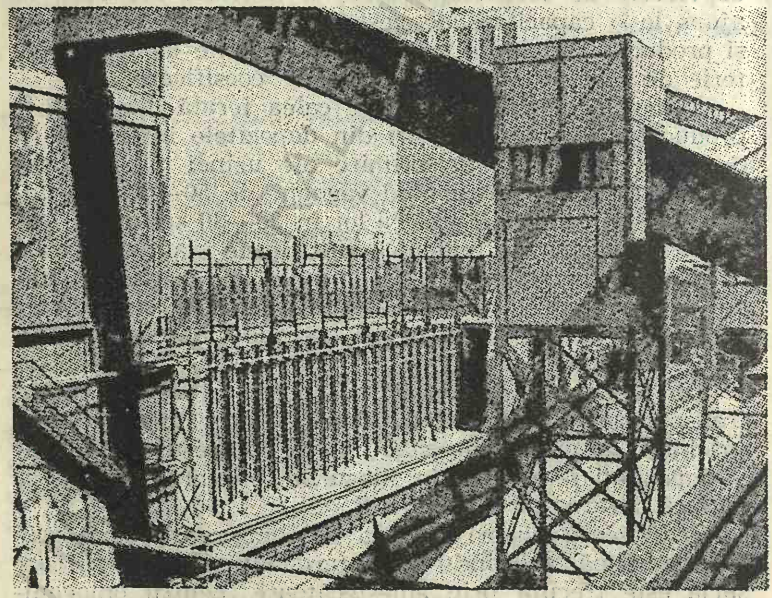
Din depozitul descoperit, cărbunii ajung pe benzi transportoare de cauciuc în secția de pregătire. Aici sînt măcinați la granulația stabilită de procesul tehnologic și depozitați pe calități în silozurile din care urmează să se facă dozarea pe componenți.

Se dozează uneori pînă la 10 componenți cu o precizie maximă, folosindu-se cîntare automate, după care șarja este trecută prin amestecătoare, pentru omogenizare. Apoi ea este depozitată în „turnuri", de unde ma-

a.



b.



Cocserie cu secția de pregătire și dozarea șarjei, baterie de cocsificare, stingerea, sortarea și expediția cocsului (a). Baterie de cocsificare. (b).

șinile care circulă deasupra bateriei o transportă la cuptoare, asigurîndu-se încărcarea acestora prin gurile speciale ce se găsesc la fiecare cameră(cuptor) de cocsificare, sau în fața bateriei, în cazul utilizării șarjelor ștampate, care se încarcă lateral.

Agregatul cel mai complex al uzinei cocsochimice — bateria de cocsificare — este astăzi — la prima vedere — un bloc de zidărie de dimensiuni foarte mari.

Acest bloc se compune de fapt dintr-o alternanță regulată a camerelor de cocsificare, cu camere de încălzire, „pereți de încălzire", dintr-un sistem de regenerare a căldurii și un altul al canalelor de fum și dintr-un număr uriaș de armături care asigură manipularea și dirijarea gazelor, închiderea și etanșarea cuptoarelor, precum și captarea produselor chimice degajate în procesul de cocsificare.

Pentru zidăria unei baterii de numai 47 camere sînt necesare circa 8—8 500 tone de cărămizi refractare de diferite calități, fasonate în sute de formate, unele foarte complicate. Prin îmbinarea acestora, meșteri pricepuți realizează canalele prin care circulă gaze de ardere, aer, gaze arse, complet separate de gazele de cocs. Acestea toate în condiții de strictă etanșeitate, pentru că pătrunderea oxigenului în gazul de cocs, care conține circa 50% hidrogen, ar putea transforma cocseria într-o bombă ce așteaptă doar scînteia pentru a exploda. Și oare cîte mii de scîntei există într-o uzină care lucrează cu foc ?...

Etanșarea cu cea mai mare grijă, menținerea unei ușoare suprapresiuni în instalație și controlul permanent al compoziției gazelor feresc uzina cocsochimică de pericolul distrugerii prin explozie.

La bateria de cocsificare nimic nu se poate face în afara timpului său. Se lucrează cu grafice riguroase de încărcare, descărcare, cu grafice de reversie a gazelor — de întoarcere a arderii de pe o parte pe alta —, cu grafice de temperaturi medii ș.a., și toate acestea pentru a menține întregul bloc, ce măsoară peste 60—100 metri în lungime, 15 metri în lățime și 8—15 metri în înălțime, la temperaturi de circa 1 350°C în camerele de încălzire.

Dacă se menționează că amortizarea unui astfel de agregat se face în 15—20 ani, timp în care el trebuie să

funcționeze fără oprire, că reparațiile la cald cer niște măsuri excepționale, iar răcirea sa nu este permisă decît în situații cu totul ieșite din comun, atunci reiese clar răspunderea pe care o are personalul care-l conduce, precum și calificarea de care trebuie să dea dovadă pentru exploatarea sa fără greșeli.

După 14—18 ore de staționare a șarjei în camera de cocsificare, cocsul obținut este scos din cuptor prin împingerea sa într-un vagon metalic, căptușit cu materiale ce rezistă la căldură și schimbări bruște de temperatură.

Acest vagon este imediat dus sub un turn de stingere, unde cocsul este stropit cu apă în vederea răcirii sale. Și aceasta repede, deoarece, între timp, cocsul incandescent arde în mod inutil, iar la rînd la descărcare așteaptă alte cuptoare. Un ciclu efectuat cu acest vagon se realizează, de exemplu, la Hunedoara în 7 minute.

Cocsul stins este apoi vărsat pe o rampă înclinată de unde, după zvîntare, este transportat pe benzi în instalația de sortare.

Defurnarea și stingerea cocsului, operațiile cele mai spectaculoase ale procesului tehnologic, în care focul și apa stăpînite de om dau efecte coloristice rar întîlnite, au putut fi văzute adesea în jurnalele cinematografelor, pe copertele revistelor, deoarece care fotoreporter ar lăsa să-i scape o astfel de imagine din fața obiectivului?

Dar la uzinele mai noi coloana spectaculoasă a norului de abur alb ce se degajă la stingerea cocsului a dispărut întrucît această operație nu se mai face prin stropire directă cu apă, ci prin stingerea „uscată" a acestuia cu gaze inerte. Într-un „ISUC" (Instalație pentru stingerea uscată a cocsului), cocsul incandescent este încărcat într-o cuvă etanșă, prin care sînt trecute, în contracurent, gaze inerte care preiau căldura cocsului incandescent, îl transportă și îl cedează unor cazane de abur ce produc aproape întreaga cantitate necesară uzinei.

În acest fel nu se pierde inutil în atmosferă cca. 37% din căldura folosită la cocsificare și se obține — pentru furnale — un cocs uscat, mai uniform degazat și cu rezistență mecanică mai bună decît cocsul stins umed, ca în cocseriile vechi. (O propunere de „ultimă oră" lan-

sează ideea folosirii căldurii sensibile a cocsului incandescent chiar pentru preîncălzirea șarjelor de cocsificare.)

După stingere, sortarea cocsului este făcută pe ciururi cu role sau ciururi vibratoare — cu mult zgomot și praf — la granulațiile necesare consumatorilor, contribuind astfel la valorificarea superioară a pîinii industriei.

Se separă aici și pleacă pe benzi, la furnalele mari, cocsul metalurgic cu granulație peste 25 mm ; cocsul mai mărunt de 10—25 mm este livrat industriei chimice, pentru fabricarea carbidului, sau în electro-metalurgie pentru obținerea de feroaliaje, iar praful de cocs de 0—10 mm este utilizat la aglomerarea minereurilor.

Orice amestec de diferite sorturi de cocs provoacă deranjamente la locul de utilizare — iată de ce această secție de „ambalare", livrare și prezentare a produsului uzinei cocsochimice trebuie să lucreze „curat" și să separe fracțiunile exact așa cum sînt ele cerute de consumatori.

Acesta este modul în care se produce, din huile cocsificabile, cocsul „clasic" — clasic pentru că este deosebit de cel „nou", care atacă, cu tot mai mult curaj, frontul consumatorilor de cocs „clasic", cucerindu-și astfel un loc meritat printre aceștia.

NOU pentru că, spre deosebire de cocsul clasic, aici se aplică procedee ce nu caută să adapteze tehnologia de fabricare a cocsului la proprietățile naturale ale cărbunilor, ci pur și simplu se elaborează tehnologii de fabricare a unui cocs nou, prin procedee care pot fi adaptate pentru o gamă largă de cărbuni și în special pentru cei necocsificabili.

Un inventar al tuturor procedeelor de fabricare a cocsului prin tehnologii diferite de cea clasică, dar ajunse la faze avansate de aplicare, arată că numărul lor este astăzi de cca. 10, fiecare din ele căutînd să rezolve în primul rînd pentru țara respectivă, în condițiile sale specifice, problema aprovizionării siderurgiei cu cocs metalurgic din resurse proprii de cărbuni inferiori.

Nu vom încerca să trecem toate aceste procedee în revistă — aceasta ar constitui o lucrare ce ar depăși cu mult spațiul pe care-l avem rezervat problemei fabricării cocsului — însă vom căuta să prezentăm cîteva

dintre ele ce și-au găsit aplicări industriale sau au depășit faza de încercări în laborator și pilot.

În principiu, se atacă două grupe de procedee de rezolvare a problemei fabricării cocsului din cărbuni diferiți de huilele de cocs.

Dintr-o primă grupă fac parte metodele care caută ca, în cadrul cocseriei clasice, prin combinarea în rețete cu granulație și componente bine definite să fie completată lipsa însușirilor de cocsificare, prin adăugarea în șarjă a unor componenți ce au exces de acest fel de însușiri. Aceste procedee se bazează pe proprietatea șarjelor de cărbuni de a cumula, în anumite limite, însușirile de cocsificare ale componenților, după regula amestecurilor, adică valoarea finală să reprezinte o sumă a valorilor caracteristicilor respective în funcție de proporția lor.

Un component cu un conținut ridicat de materii volatile — huila de gaz — este degresat printr-un adaos de cărbune cu conținut redus de volatile sau de semicocs. Dacă însușirile de cocsificare sînt încă slabe, se adaugă în șarjă proporții diferite de cărbuni ce au aceste însușiri și le pot conferi amestecurilor.

Caracteristic pentru aceste procedee este gradul avansat pînă la care merge măcinarea componenților, — șarja se mărunțește de obicei la 100% sub 3 mm ; se mărunțesc mai ales degresanții, în vederea unui contact cît mai intim între granulele de componenți diferiți, în vederea obținerii unui cocs cu o structură cît mai omogenă.

Se acordă atenție deosebită dozării componenților, deoarece, de obicei, se lucrează — din motive economice — la limita inferioară a participării cărbunilor cocsificabili de calitate, așa încît orice abatere de la rețeta prescrisă duce la variații mari ale calității cocsului, cu consecințe negative pentru bunul mers al furnalelor.

S-a constatat influența pozitivă a adaosurilor de smoală (cîteva procente) sau a diverselor substanțe organice, de multe ori deșeuri (pînă la 2%), asupra calității cocsului.

Realizarea apropierii maxime dintre granulele componenților fin măcinați nu mai poate fi obținută prin încărcarea în vrac a cuptoarelor de cocsificare, prin turnarea șarjelor pe sus. Pentru aceasta s-a trecut la ștam-

pare, baterea șarjei în piloți în afara cuptorului, care apoi sînt împinși în camera de cocsificare cu ajutorul mașinii de șarjare. Față de 600—700 kg de șarjă încărcată pe m^3 de cuptor, după procedeul încărcării în vrac a șarjei pe sus, prin ștampare se ajunge să se încarce cca 1 000—1 100 kg de șarjă pe m^3 de cuptor, ceea ce reprezintă o reducere considerabilă a golurilor dintre granulele de cărbune.

Problema nu este însă atît de simplă precum ar părea. O îndesare mai mare ridică, în afară de greutățile impuse de realizarea ei, și probleme legate de degajarea gazelor și a vaporilor din masa de cărbune, presiunea lor ducînd la fisurarea pronunțată a cocsului și, adesea, la șarje cu cărbuni cu volatile mai reduse, înregistrîndu-se presiuni ridicate exercitate de șarjă asupra pereților cuptorului, ce pot duce la înțepenirea pilotului sau chiar la dărîmarea zidăriei ori multe alte perturbări de care cocsarul trebuie să țină seama la alcătuirea rețetelor și stabilirea tehnologiei capabile să permită fabricarea cocsului metalurgic de calitate și cu randament maxim.

Țara noastră este practic lipsită de rezerve de huile de cocs, avînd însă rezerve mari de huile mai „tinere" decît cele de cocs, care, cu respectarea anumitor criterii la alcătuirea amestecurilor, pot fi utilizate la elaborarea șarjelor de cocsificare.

Lucrări îndelungate și numeroase au pus bazele tehnologiei fabricării cocsului metalurgic din huilele tinere existente în țara noastră. Astăzi, la Hunedoara, cocseria produce peste 1 000 000 de tone de cocs/an, fabricat din rețete conținînd peste 50% cărbuni indigeni de calitate inferioară, datorită muncii de pionierat depuse în acest domeniu de oamenii de știință și tehnicienii români.

Dar în ultimele două decenii, pentru a se asigura lărgirea bazei de materii prime a cocseriei clasice, au început să se aplice și alte cîteva tehnologii noi.

Prima — și cu cea mai mare răspîndire — este preîncălzirea șarjelor încărcate în vrac sau chiar ștampat, care asigură nu numai folosirea la cocsificare a unor șarje ce cuprind și cărbuni mai puțin cocsificabili, ci și creșterea cu pînă la 30% a producției bateriilor de cocsificare. Bineînțeles, pentru aceasta este nevoie de insta-

lații de preîncălzire a șarjei, de transportul cărbunelui fierbinte (260—280°C) fără pericol de autoaprindere și explozii pînă la cuptoare și folosirea unei anumite cantități de căldură pentru realizarea procesului. Această căldură însă se economisește apoi în bateria de cocsificare, asigurîndu-se scurtarea duratei de staționare a șarjei în cuptor între încărcare și descărcare.

Apoi, folosindu-se tehnologia brichetării, s-a încercat fabricarea „șarjelor mixte", alcătuite din șarje de cocsificare obșnuite și brichete crude întregi de cărbuni slabi și necocsificabili legați cu un liant, de obicei smoala de cocserie.

O dezvoltare și perfecționare a acestui procedeu a fost trecerea la „șarje mixte omogene", în care brichetele se încarcă măcinate în șarjă comună, împreună cu restul cărbunilor (huilelor) cu bune capacități de cocsificare.

Pornindu-se de la observațiile făcute la dezvoltarea tehnologiei de fabricare a cocsului brichete, s-a ajuns la obținerea „cărbunilor aglutinanți degresanți sintetici", CADS, în care cărbunele necocsificabil transformat în semicocs este brichetat cu procente ridicate de smoală (16—30%), iar brichetele măcinate pot fi folosite ca orice alt cărbune în șarjele de cocsificare clasice.

O altă grupă de procedee de fabricare a cocsului este aceea a tehnologiilor ce utilizează brichetarea ca operație determinantă a proprietăților și dimensiunilor cocsului ce urmează a fi produs. Ea diferă de prima prin realizarea apropierii între granulele șarjei de cărbune sau alte materiale prin presarea — compactizarea — acesteia în prese de brichetare. Șarjele se brichetează cu liant sau fără liant, după caracteristicile lor. Pentru brichetare se folosesc șarje alcătuite fie din cărbuni cruzi ca atare sau semicocs și huile, fin măcinați, fie din rețete combinate — cărbuni, degresanți și liant —, fie din rețete alcătuite din cărbuni încălziți pînă la faza plastică. Pot fi brichetați cărbuni și cocsificate brichetele într-o a doua fază în cuptoare de cocsificare cu regimuri termice adecvate fiecărui fel de brichete, obținîndu-se cocs metalurgic cu conținut redus de materii volatile.

De aceste căi — ce pornesc de la cărbunele crud ca materie primă — diferă acele procedee care fabrică bri-

chetele dintr-un material cocsificat anterior — cum ar fi măruntul de cocs — și un liant care în cursul unui tratament termic se solidifică ireversibil (bitum de petrol, lești celulozice, amidon), conferind brichetelor structura de rezistență necesară.

O realizare deosebită o reprezintă un alt mod de fabricare a cocsului brichete: procesul tehnologic de fabricare al cocsului prin procedeul brichetării fără liant, aplicat industrial în R.D.G. la Combinatele de la Lauchhammer și Schwartze Pumpe. Cantitățile de cocs fabricate astăzi prin acest procedeu depășesc două milioane de tone/an, conferindu-i dreptul să fie considerat procedeu industrial de fabricare a cocsului metalurgic și pentru alte utilizări.

Materia primă folosită, cărbunele brun pămîntos cu structură amorfă, poate fi supusă în mod excepțional de bine unei brichetări fără liant la presiuni de cca. 1 000 kg/cm^2. Este o însușire pe care o au puțini cărbuni din alte zone și care limitează aplicarea procedeului, deocamdată, la bazinele carbonifere din R.D.G.

Brichetele de cărbuni bruni pămîntoși sînt supuse unui tratament termic special cu regim de temperaturi diferențiat, obținîndu-se în final, e drept cu un randament mai scăzut decît cel obișnuit, un cocs metalurgic utilizat în furnalele adaptate calității cocsului — așa-numitele furnale cu cuvă scundă — la fabricarea carbidului și în alte industrii.

Este un exemplu interesant de coordonare a cerințelor economiei cu posibilitățile producției de cocs din cărbuni indigeni ai țării. Se asigură astfel necesarul de cocs al diferiților consumatori, fără să se recurgă la importuri masive de cărbune.

În U.R.S.S. se încearcă, în fază semiindustrială, fabricarea cocsului brichete prin brichetarea fără liant, în fază plastică (la 350—400°C), a cărbunilor slab cocsificabili. Procedeul a fost elaborat de prof. Sapojnikov și pe baza rezultatelor obținute în faza experimentărilor semiindustriale, este în curs de construire o uzină capabilă să utilizeze acest procedeu.

În R. S. România a fost cercetat și experimentat de către I.C.E.M. (Institutul de Cercetări Metalurgice) un

procedeu de fabricare a cocsului brichete din cărbuni slab aglutinanți, respectiv semicocs fabricat din aceiași cărbuni, huile de gaz și smoală de cocserie — deci integral din cărbuni practic neutilizabili ca atare la fabricarea cocsului metalurgic clasic.

Cărbunii măcinați sînt dozați, apoi amestecați și brichetați. Brichetele, de dimensiuni potrivite cerințelor pentru dimensiunea cocsului, sînt încărcate în cuptoare de cocsificare oblice, cocsificate, iar cocsul stins, ciuruit și expediat la furnal.

Încercările efectuate, condițiile optime de lucru create au permis punerea la punct a tehnologiei de fabricare a cocsului, precum și încercarea cu rezultate pozitive, în furnalele de capacitate medie și mare, a peste 45 000 de tone de cocs metalurgic, iar instalația realizată, în curs de extindere și modernizare pe baza proiectelor IPROMET, va asigura o producție anuală de cca. 100 000 tone cocs brichete.

Fonta obținută în utilizarea de lungă durată a 30—38% cocs brichete în șarja de cocs a furnalului a fost de bună calitate, iar indicii de consum și exploatare realizați apropiați de cei realizați cu cocsul „clasic" de referință.

Dintre procedeele care fabrică cocs prin rigidizarea structurii brichetelor cea mai mare dezvoltare o are procedeul polonez elaborat de IChPW. În prezent, în R.P. Polonă se produc anual cca. 500 000 tone de cocs, utilizat cu rezultate bune în turnătorie.

Pentru metalurgie, prin numele de „cocs" se definește numai procesul în care el a fost obținut, arătînd doar că este vorba de pirogenarea cărbunilor, în absența aerului, însă nu ne lămurește deloc asupra calităților materialului obținut. Denumirea simplă de „cocs" nu ne spune dacă el este adecvat utilizării pe care vrem să i-o dăm, sau dacă, pur și simplu, un cocs bun pentru furnale nu va da peste cap producția într-o uzină de fabricare a electrozilor, a carbidului, a zahărului, a aglomeratelor ș.a. sau invers.

Deci, atunci cînd cineva dorește să definească dacă un cocs este bun, această precizare trebuie neapărat legată de utilizarea ce o va da acestuia.

Există și se fabrică în industria cocsochimică :
— cocs pentru furnal (clasic sau brichete), pentru obținerea fontei în furnale ;
— cocs de turnătorie (clasic sau brichete) pentru producerea fontei (de a doua fuziune) pentru piesele turnate în construcția de mașini ;
— semicocs pentru șarjele de cocsificare ;
— semicocs și cocs pentru combustibil casnic ;
— cocs electrometalurgic pentru folosirea în cuptoare electrice la fabricarea carbidului și a feroaliajelor ;
— cocs mărunt pentru aglomerarea minereurilor ;
— cocsuri speciale pentru electrozi și alte materiale carbonice, fiecare cu calități și utilizări bine definite (de obicei cocs de petrol, cocs de smoală ori cocs de gudron).

În procesele tehnologice respective, cocsul are un anumit rol, pe care îl poate îndeplini numai fiind în posesia anumitor calități.

Aglomeratoristul nu va aprecia drept bun un cocs de furnal chiar dacă acesta, la furnale, este calificat excelent. El va trebui în acest caz să-l macine, să cheltuiască pentru aceasta energie, să consume utilaje, forță de muncă, pentru a obține pînă la urmă un „cocs mărunt", un produs pe care uzina cocsochimică îl poate livra curent ca atare și care rezultă și la furnale la sortarea cocsului înainte de încărcare.

Întrucît ponderea cea mai mare în producția de cocs îi revine cocsului metalurgic, interesează în primul rînd criteriile care definesc un cocs metalurgic de calitate, urmînd ca, pe măsura trecerii în revistă a celorlalți consumatori, să se revină de fiecare dată asupra definiției date, prin prisma consumatorilor respectivi ai cocsului „bun".

O scurtă comparație a cocsurilor „bune" va arăta în final cît de contradictorii sînt aprecierile și cît de necesară este colaborarea strînsă între cei ce produc cocsul, cei ce-l distribuie și cei ce-l consumă, pentru a se realiza într-adevăr o eficiență maximă la utilizarea acestuia.

Cărbunii cocsificabili sînt supuși în procesul de pirogenare unor transformări esențiale care modifică atît

compoziția elementară cît și întreaga structură a cărbunelui.

Produsul obținut — cocsul — se deosebește în toate privințele de materia sa primă — cărbunele cocsificabil — avînd cu totul alte însușiri decît acesta.

Dar iată că am anticipat și ne-am permis să folosim o apreciere a calității fără a avea justificarea sa prin prisma procesului tehnologic al utilizării cocsului.

Pentru aceasta va trebui să facem și o scurtă incursiune în domeniul furnaliștilor, spre a vedea ce cer aceștia cocsului.

Atenția pe care am acordat-o formării cocsului și tehnologiilor folosite pentru obținerea sa este justificată de importanța lui economică. Nu este însă motivată neglijarea altui grup de produse ale industriei cocsochimice, și anume produsele chimice rezultate o dată cu fabricarea cocsului.

Trebuie menționat faptul că, de multe ori și în special în țările lipsite de rezerve naturale de țiței și gaze, sau de cînd acestea au început să fie foarte scumpe, produsele chimice ale cocsificării au redevenit un produs important al prelucrării cărbunelui, reprezentînd o resursă deosebit de importantă pentru industria organică de sinteză.

Nu trebuie uitat faptul că sinteza organică s-a născut din produsele carbochimiei și că a existat o vreme cînd chimia produselor lichide și gazoase ale cocsificării furniza aproape totalitatea substanțelor folosite în industria de sinteză.

În gudroane s-au descoperit peste 10 000 de compuși, din care se izolează și se prelucrează industrial aproape 100.

Anilina și întreaga industrie a coloranților s-a născut din produsele chimice ale cocsificării. Mult mai tîrziu, cererea crescîndă a determinat căutarea și descoperirea sintezelor industriale de anilină.

Naftalina, antracenul, anumiți crezoli se produc și astăzi de preferință de către industria cocsochimică.

Chiar dacă unele substanțe chimice se obțin în prezent în cantități mari prin sinteze organice, nu trebuie

uitat că singura cheltuială a obținerii produselor din cărbune este reprezentată de cheltuielile de recuperare, care, de multe ori, sînt obligatorii și pentru evitarea corodării instalației, și pentru satisfacerea cererilor de gaz cu putere calorică ridicată, și mai ales pentru evitarea poluării apelor și aerului.

Produsele chimice sînt diferite, în funcție de calitatea cărbunelui supus pirogenării și mai ales în funcție de temperatura la care se termină procesul de pirogenare, de regimul termic și caracteristicile constructive ale cuptoarelor în care decurge cocsificarea.

În principiu, produsele obținute se pot grupa în ordinea separării lor astfel :

— ape fenolice sau amoniacale ;
— gudron de semicocsificare sau cocsificare ;
— compuși anorganici ;
— uleiuri ușoare și benzenice ;
— gaze combustibile sau de sinteză.

Recuperarea și vînzarea produselor chimice acoperea, de regulă, într-o cocserie cheltuielile de fabricare ale cocsului, astfel încît prețul acestuia se socotește de obicei practic egal cu cel al materiei prime utilizate. Concurența petrochimiei a schimbat o vreme această situație, prețurile scăzute ale produselor chimice micșorînd economicitatea recuperării lor. S-a ajuns chiar la ideea reluării procedeelor de cocsificare fără captare și recuperare, dar criza petrochimiei a readus în actualitate aceste produse zise „secundare". Apele fenolice provin din apa conținută de cărbune sub formă de umiditate, precum și din așa-numita apă chimică rezultată din reacțiile dintre oxigenul constituțional și hidrogen, ce se găsesc cuprinse în macromoleculele cărbunelui. În această apă se dizolvă fenolii și diferiți alți compuși obținuți din procesele de pirogenare.

Prin extracție cu solvenți selectivi, fenolii pot fi separați și valorificați, iar apele slab fenolice folosite de exemplu ca fungicide, în lupta împotriva dăunătorilor din agricultură, sau neutralizate în instalații de epurare biochimică în care bacteriile „fenolofage" asigură deversarea în rîuri a unor ape „curate".

Apele amoniacale sînt de fapt soluții slabe de amoniac produs la temperatura înaltă a cocsificării din azotul și hidrogenul conținut în macromolecula cărbunelui.

Ele se folosesc ca atare, în agricultură, ca îngrășământ slab, în industria de fabricare a sodei, ori la recuperarea amoniacului sub formă de sulfat de amoniu sau apă amoniacală concentrată. În cazul în care recuperarea amoniacului nu este rentabilă, se pot utiliza instalații de ardere a amoniacului din gaz.

Gudroanele condensate la răcirea gazelor, evacuate din cuptoarele de semicarbonizare și de cocsificare, sînt bogate în hidrocarburi ciclice, substanțe heterociclice și pcliciclice, după cum rezultă și din tabelul ce urmează.

După compoziție, gudronul de semicocserie — format la temperaturi de pînă la 500-600°C — poate fi considerat un țiței parafinos impurificat cu compuși fenolocrezolici. Este ușor sesizată importanța pe care acest produs o prezintă, ca resursă suplimentară de combustibili și lubrefianți, pentru țările lipsite de rezerve de țiței cum sînt de exemplu R.D.G. sau R. P. Polonă. Prin separarea fenolilor și distilarea gudronului se obțin benzine, uleiuri, parafine, lubrefianți grei și păcură combustibilă.

Gudronul de cocserie ce a trecut și s-a cracat prin zone cu temperaturi de cca. 1 000°C are cu totul altă compoziție. În componența sa predomină hidrocarburi aromatice cu cicluri de la cele mai simple la cele mai complexe.

În enumerarea următoare sînt amintite numai cîteva dintre cele mai importante substanțe chimice, materii prime organice prețioase pentru industria de sinteză, obținute din gudroanele de cocserie.

Din întreaga listă de sute de compuși, componenții principali ai gudronului de cocserie utilizați în sinteze organice sînt :

— benzenul ;
— toluenul ;
— xilenul (orto-, meta- și para-) ;
— cumarona ;
— indenul ;
— naftalina ;
— α-metil naftalina ;

Tabelul nr. 11

Randamentele și caracteristicile produselor de carbonizare a huilelor

Caracteristica randamentului	Regim de temperatură	
	500—550°C (semicarbonizare)	950—1100°C (cocsificare)
Randamentul în reziduu solid, semicocs sau cocs, în procente față de greutatea cărbunelui	semicocs 70—80	cocs 65—70
Conținutul în materii volatile în procente față de greutatea reziduului	8—16	0,5—1,5
Randamentul în gaz:		
a) în procente de greutate față de greutatea cărbunelui	5—7,5	12—15
b) în mcN/t cărbune	60—80	300—350
Greutatea specifică a gazului	0,8—0,9	0,4—0,5
Puterea calorică a gazului în kcal/m³N	6 000—8 000	3 500—4 500
Randamentul în gudroane, în procente față de greutatea cărbunelui	8—14	2,5—3,5
Greutatea specifică a gudronului	0,9—1,0	1,1—1,2
Randamentele % produselor distilării gudronului: fracțiunea 20—170°C	8—12 (benzine)	2—3 (ulei ușor)
fracțiunea 170—230°C	12—15 (white spirit)	10—12 (ulei mediu)
fracțiunea 230—270°C	15—25 (petrol lampant)	8—15 (ulei greu)
fracțiunea 270—300°C	5—8 (uleiuri)	15—20 (ulei de antracen)
Reziduu (peste 300°C) smoală, în procente față de greutatea gudronului	35—40	50—60
Randamentul în amoniac, în procente față de greutatea cărbunelui	urme	0,1—0,35
Fracțiuni ușoare în gaze în procente față de greutatea cărbunelui	0,3—0,5 (gazolină)	1,0—1,2 (benzen brut)
Greutatea specifică a fracțiunii ușoare	0,75	0,98

— ß-metil naftalina ;
— dimetilnaftalina ;
— acenaftenul ;
— fluorenul ;
— fenantrenul ;
— carbazolul ;
— fenolul ;
— piridinele, picolinele, chinolinele ;
— fracțiunile intermediare de uleiuri conținînd un număr mare de compuși, utilizate la fabricarea negrului de fum, ca uleiuri de impregnare și conservare a lemnului (uleiul de creozot).

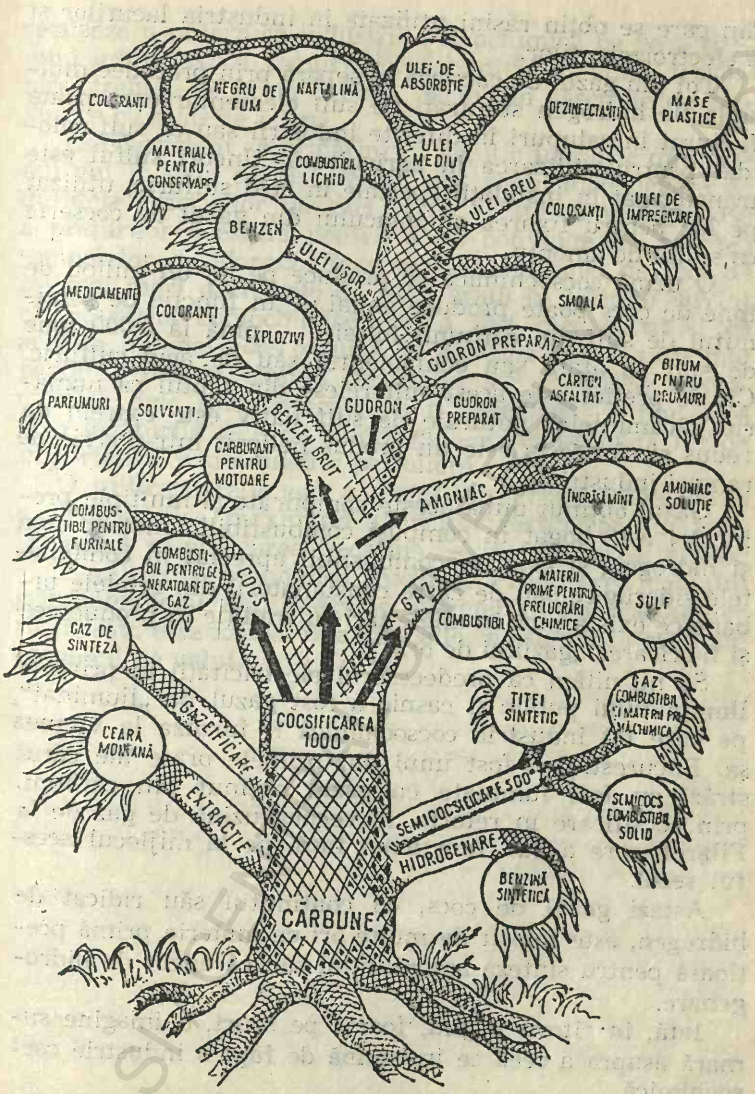
Figura de la p. 125 arată cît de multe industrii au fost și sînt direct legate de industria cocsochimică și de prelucrare a cărbunilor.

În mod curent, din gazul de cocserie și din gudroane se separă fracțiuni ușoare : benzen, toluen, xilen, uleiuri cu diferite caracteristici, fenol și uleiuri fenolice, ultimele fiind utilizate la impregnatul lemnului, conferindu-i rezistență față de agenții biologici în cazul expunerii sale condițiilor atmosferice grele (traverse, stîlpi ptr. fire de telegraf etc.). Naftalina este, ca și antracenul, materie primă prețioasă pentru industria farmaceutică, a polimerilor și a coloranților.

Foarte căutată este smoala de cocserie, liant cu însușiri prețioase pentru industria de brichetare, dar mai ales în industria conductorilor electrici fabricați pe bază de produse bogate în carbon (electrozi siderurgici și chimici, anozi).

Tot smoala este, în țările lipsite de resurse de țiței, materia primă din care se fabrică cocsul de smoală, un produs bogat în carbon, cu conținut redus de cenușă, care este folosit la fabricarea produselor carbonice coapte, din care unele urmează să fie utilizate ca atare iar altele, prin prelucrare termică la temperaturi foarte înalte, ca produse grafitate.

Din gazele de semicarbonizare se separă, prin spălare, benzine, fracțiuni ușoare de uleiuri. Din gazele de cocserie mai pot fi separate, prin spălare și apoi distilare și rectificare, sulfura de carbon utilizată în industria mătăsii artificiale și în agricultură, și fracțiuni polimerizabile



Arborele produselor obținute din cărbune.

din care se obțin rășini utilizate în industria lacurilor și a electroizolanților.

Tot din gazul de cocserie se separă prin procedee multiple fie hidrogen sulfurat, fie sulf elementar care poate fi livrat în calupuri în diferite industrii sau ca sulf coloidal pentru utilizarea în agricultură. Uneori sulful este transformat în instalații speciale în acid sulfuric, utilizat pe loc pentru fixarea amoniacului din gazul de cocserie ca sulfat de amoniu.

O uzină cocsochimică ce produce pe an un milion de tone de cocs poate produce anual — în funcție de conținutul de sulf din cărbunii folosiți — pînă la 5 000 tone de sulf ca atare sau echivalentul său de acid sulfuric. Cît de prețios este acest sulf reiese din faptul că numărul zăcămintelor naturale de sulf nativ este extrem de redus și că acesta este un produs nelipsit într-o serie de ramuri industriale.

Gazul obținut după aceste complicate și multiple prelucrări este bogat în compuși combustibili : metan, etan și hidrogen, și este un combustibil apreciat în combinatele siderugice sau de către consumatorii din rețelele urbane ce există încă în unele țări cu tradiție în producerea și fabricarea „gazului de oraș".

Să nu uităm că predecesorul electricității în privința iluminatului public și casnic a fost gazul de „iluminat", pe care tot industria cocsochimică îl furniza la vremea sa. Bucureștiul a fost unul din primele orașe ale cărui străzi au fost luminate cu gazul obținut din cărbuni, prin cocsificare în retorte, la vechea uzină de gaz de la Filaret, care a mai funcționat încă, pe la mijlocul acestui secol.

Astăzi gazul de cocs, cu conținutul său ridicat de hidrogen, este folosit de multe ori ca materie primă prețioasă pentru sinteza amoniacului sau ca agent de hidrogenare.

Iată, în cîteva pagini, foarte pe scurt, o imagine sumară asupra a ceea ce înseamnă de fapt o industrie cocsochimică.

În unele țări, aceasta este și astăzi ramura de bază a industriei chimice, și chiar dacă țara noastră, datorită rezervelor sale de țiței și gaze naturale, a reușit să

realizeze o puternică industrie petrochimică pe baza țițeiului ieftin, astăzi ramura cocsochimică, în plină dezvoltare, trebuie să preia o bună parte din sarcinile de asigurare cu materie primă.

Este suficient să urmărim cu atenție lucrările din ultimii ani în care se discută pe larg problemele legate de duratele rezervelor de țiței și de creșterea vertiginoasă a prețurilor acestuia pentru a ne convinge de justețea semnalelor de alarmă. Rezervele de cărbune, de zeci de ori mai mari decît cele de țiței, arată că ultimul cuvînt al industriei cocsochimice nu a fost încă rostit și că aceasta nu mai este o sursă de materie primă care mai poate fi pur și simplu neglijată, iar produsele cocsochimice arse sau aruncate, ci a redevenit — mai ales prin legăturile sale cu siderurgia — cel puțin la fel de importantă ca și industria petrolieră.

O utilizare rațională a materiilor prime înseamnă o valorificare la maximum a tuturor resurselor din țară, înseamnă valorificarea fiecăruia — inclusiv a cărbunilor — la eficiența economică maximă. Producerea cocsului prin tehnologii noi, adecvate caracteristicilor cărbunilor românești, este tocmai una din căile ce asigură importante economii de valută.

BCU IAȘI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Și acum, un capitol suplimentar:

Capitolul V bis

PARADOXURILE CĂRBUNILOR DIN VALEA JIULUI ȘI PROBLEMELE FOLOSIRII LOR LA COCSIFICARE

Marele zăcămînt de cărbuni din Valea Jiului, cea mai importantă resursă de huile ce trebuie — conform indicațiilor tovarășului Nicolae Ceaușescu, secretar general al Partidului Comunist Român, și directivelor celui de al XIII-lea Congres al P.C.R. — să fie folosite la fabricarea cocsului, cuprinde cărbuni care prezintă niște caracteristici deosebite, ce le diferențiază de majoritatea cărbunilor de pe glob.

Întinzîndu-se de la est la vest, de la mina Lonea pînă la exploatarea minieră în carieră Cîmpu lui Neag, zăcămîntul s-a format — din punct de vedere geologic — în terțiar și ar trebui — ca toate formațiunile din aceeași perioadă — să fie alcătuit din combustibil rămas la stadiul de cărbune brun — necocsificabil — dar cuprinde totuși —, la o examinare mai aprofundată — cărbuni avînd cu totul alte caracteristici.

De altfel, foarte multă vreme, cei care au cercetat și folosit „Cărbunii de Valea Jiului" au fost total derutați de proprietățile lor și le-au zis cînd „cărbuni bruni", cînd „ligniți superiori", și mai rar „huile", respectiv „cărbuni de piatră".

Primele încercări de cocsificare, în secolul trecut, s-au efectuat cu materie primă din mina Uricani (din vestul bazinului) și au dat unele rezultate pozitive. După deschiderea căii ferate Simeria-Petroșani, cînd încercări asemănătoare au fost repetate cu cărbuni din mina Petrila (din estul bazinului), rezultatele obținute au fost negative.

Abia în anii 1927—1939 profesorul I. Blum de la Institutul de Chimie Industrială din București a reușit să stabilească, pe baza unui criteriu de clasificare original (reacția acizilor humici), că acești cărbuni prezintă un

paradox mai rar întîlnit pe glob, deoarece, avînd o „vîrstă geologică" care i-ar trece direct în categoria cărbunilor inferiori, a cărbunilor bruni, totuși prezintă o „vîrstă chimică" mult mai avansată și, ca proprietăți chimico-fizice și de aglutinare-cocsificare, se încadrează la huile. Tot profesorul I. Blum a studiat și propus folosirea huilei de gaz de la mina Lupeni (tot din vestul bazinului) în amestec cu 16% semicocs produs din cărbunii de la Petrila (din est) la fabricarea unui cocs metalurgic care putea fi utilizat la elaborarea fontei în furnalele de capacitate mică.

Cauzele acestui prim paradox, ale transformării în zăcămînt a unor cărbuni bruni în huile, nu sînt nici astăzi perfect lămurite, diferitele ipoteze și teorii acceptînd fie diferite influențe de metamorfism biochimic — de diageneză — în primele faze de depunere și formare a zăcămîntului, fie influențe ulterioare de geometamorfism, cu modificări de structură și caracteristici provocate de anumite fenomene geologice.

Al doilea paradox este neuniformitatea metamorfismului în acest zăcămînt atît de la est la vest cît și la extrema vestică (Cîmpu lui Neag).

Gradul cel mai avansat de transformare, de metamorfism („îmbătrînire") al acestor cărbuni se semnalează la zăcămintele din minele de la Lupeni, Uricani, Bărbăteni — LUB — și la mina în curs de deschidere de la Valea de Brazi, care toți prezintă caracteristici tipice ale unor „huile de gaz". În aceste condiții, cărbunii din minele respective pot fi utilizați curent în șarjele de cărbuni folosite la fabricarea cocsului. Uzina cocsochimică de la Hunedoara reprezintă din acest punct de vedere un vîrf pe plan mondial, fabricînd în mod curent cocs metalurgic pentru furnale de 1 000 m.c. din șarje care conțin în mod obișnuit 50% huile de gaz din Valea Jiului („LUB") și 8-9% semicocs obținut din huile necocsificabile din minele din estul Văii Jiului (Petrila, Lonea, Dîlja, Aninoasa și Livezeni — „PLDAL"), și doar restul, de cca. 40% a șarjei, fiind alcătuită din huile de import, din care o parte tipice de cocs.

Dar studiile efectuate nu s-au oprit aici; în prima clasificare STAS a cărbunilor românești (I. Blum, N. Io-

nescu, I. Barbu), cărbunii din Valea Jiului au fost clasificați de la est la vest : „cărbuni bruni huiloși", „huile flambante", „huile de gaz flambante" și „huile de gaz", corespunzător cu stadiul cunoștințelor din vremea aceea, care se opreau la mina Uricani.

Clasificarea internațională ONU-ISO, ulterior apărută, și lucrările efectuate pe această bază de N. Ionescu și colectivul său au arătat că toți cărbunii din acest bazin se încadrează la huile și fac parte din grupele comerciale VII, VI și parțial (la unele probe) V, V fiind grupa huilelor cocsificabile de calitate superioară.

Lucrările efectuate în ultimii ani de Cornelia Panaitescu, C. Dumitrescu și Georgeta Predeanu, folosind de astă dată și elementele de clasificare furnizate de petrografia cărbunilor, inclusiv reflectanța, au arătat că paradoxurile ce caracterizează cărbunii din Valea Jiului nu s-au terminat. Astfel, s-a constatat că, deși conform cu clasificarea internațională ONU-ISO care separă huilele de cărbuni bruni printr-o putere calorică de 5 700 kcal/kg, și în consecință toți cărbunii din bazin ar fi huile, totuși, folosind reflectanța — care face aceeași separare, la o reflectanță medie de 0,600 — o parte a cărbunilor din bazin ar fi rămas încă cărbuni bruni.

Din această ultimă categorie fac parte cărbunii din minele Livezeni, Lonea, Dîlja și Cîmpu lui Neag care, avînd puteri calorice de peste 6 500 kcal/kg — deci, conform clasificări internaționale, au nete caracteristici de huile — prezintă totuși reflectanțe medii între 0,486 și 0,600, rămînînd cu toate valorile sub 0,600, și în consecință sînt numai cărbuni bruni. Iar în aceste condiții apare perfect justificată denumirea de „cărbuni bruni huiloși", dată inițial celor din partea estică a zăcămîntului. Restul cărbunilor din toate celelalte mine, începînd de la Petrila și terminînd la Valea de Brazi, sînt atît din punctul de vedere al puterii calorice, cît și din punctul de vedere al celuilalt criteriu — reflectanța medie — huile.

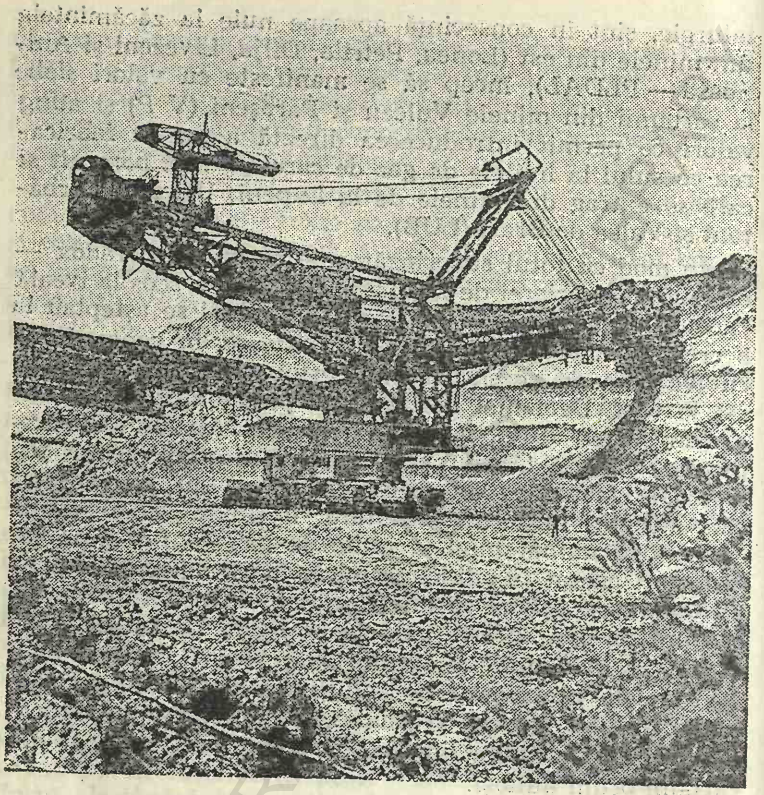
Într-o anumită corelație cu aceste caracteristici, proprietățile de aglutinare-cocsificare ale acestor cărbuni, care determină posibilitatea folosirii lor la cocsificare clasică — convențională — pentru obținerea cocsului me-

talurgic, sînt în consecință aproape nule la zăcămintele din minele din est (Lonea, Petrila, Dîlja, Livezeni și Aninoasa — PLDAL), încep să se manifeste cu valori slabe la cărbunii din minele Vulcan și Paroșeni (V P) și ating valori ce permit introducerea directă a lor la fabricarea cocsului la huilele de gaz de care am mai pomenit și care se extrag din minele de la Lupeni, Uricani, Bărbăteni și Valea de Brazi (LUB).

În mod cu totul surprinzător — ca un alt paradox — deschiderea carierei de la Cîmpu lui Neag a scos la iveală cărbuni necocsificabili, deși toți specialiștii se așteptau la o creștere a proprietăților de cocsificare, în concordanță cu tendința de accentuare a acestor caracteristici de la est la vest. Deci nici în acest caz paradoxurile cărbunilor din Valea Jiului nu s-au terminat : cărbunii din exploatarea de la Cîmpu lui Neag fie că n-au suferit influențele factorilor de metamorfism ce au transformat cărbunii din mijlocul bazinului în huile cocsificabile — chit că numai pînă la huile de gaz — fie, fiind un zăcămînt așezat la adîncime mică, foarte aproape de suprafață, care apărea ca un afloriment între straturile înconjurătoare, a suferit pînă la adîncimi destul de mari influența oxidantă a aerului atmosferic, pierzîndu-și eventualele proprietăți de aglutinare-cocsificare pe care poate că le-ar fi avut vreodată. Din acest motiv și zăcămintele de la Cîmpu lui Neag sînt formate tot doar din cărbuni bruni huilоși.

Și acum iată bilanțul cărbunilor de Valea Jiului din punctul de vedere al cocsificării și al lucrărilor efectuate pentru folosirea lor : cam 1/3 zăcămînt îl reprezintă huilele de gaz (LUB) ce pot fi folosite la cocsificarea clasică — în cuptoare orizontale cu șarje încărcate pe sus (în vrac) sau lateral (sub formă de piloți ștampați), în proporții ce pot ajunge, după tehnologia folosită, la 20-50% din amestec. Restul cărbunilor din șarjă trebuie să cuprindă huile de calitate superioară ameliorante și huile degresante din import.

La uzinele cocsochimice de la C. S. Hunedoara și C. S. Victoria Călan șarjele folosite mai conțin și anumite proporții de semicocs obținut din cărbunii necocsificabili



Exploatarea în carieră a cărbunilor.

din estul bazinului (PLDAL), care are tot rol de material degresant. (Trebuie menționat că fabricarea semicocsului se realizează în instalația de semicocsificare prin fluidizare — Carbofluid — de la C. S. V. Călan, o deosebit de importantă realizare românească — Prof. Dr. ing. Miti Ionescu și colectiv —, prima și cea mai mare instalație industrială de acest fel din Europa și probabil chiar din lume.)

Circa 1/5 din zăcămînt îl reprezintă huilele de gaz — flambante — din minele Vulcan și Paroșeni care, spălate la cenușa prescrisă în instalația de preparare de la Coroiești, se pot folosi în proporție de pînă la 20-25% în

șarjă în loc de huile LUB sau ca înlocuitor parțial al acestora.

Restul de aproximativ 1/2 din zăcămînt este reprezentat de huilele flambante și cărbunii bruni huilоși PLDAL (inclusiv Cîmpu lui Neag) *.

Dar proprietățile acestor huile necocsificabile (și cărbuni bruni huilоși) împiedică de fapt folosirea lor directă, ca atare, la cocsificare. Volatilele mari, de peste 40%, aglutinarea-cocsificarea — nulă sau neînsemnată obligă ca la folosirea lor ca atare în șarjele de cocsificare clasică să se asigure pentru „restul șarjei" procurarea unor huile cu volatile reduse (18-24%) dar cu caracteristici de aglutinare-cocsificare excepționale (umflare liberă de 8-9, dilatometrie pozitivă la valori foarte mari etc.).

Și nici chiar așa huilele necocsificabile PLDAL nu se lasă perfect înglobate în structura cocsului, prezența granulelor provenite din acești cărbuni manifestîndu-se atît la roaderea cocsului, cît și la cercetarea microscopică prin prezența unor proporții corespunzătoare de porțiuni de cocs izotrop netopit.

În condițiile amintite, folosirea acestor zăcăminte presupune adoptarea unor tehnologii care să le modifice proprietățile sau care să schimbe modul de alcătuire și prelucrare a șarjelor de cocsificare ce cuprind și astfel de cărbuni.

În afară de folosirea lor curentă, sub formă de semicocs, ca degresant în șarjele clasice de cocsificare, vaste lucrări de cercetare au încercat să stabilească și să aducă pînă la realizare industrială diferite alte tehnologii care să permită utilizarea lor la fabricarea cocsului.

Dintre tehnologiile cercetate, cea mai avansată este fabricarea cocsului brichete prin metoda ICEM (I. Barbu, I. Ștefănescu, C. Novac și colectiv) ce permite ca din șarje conținînd 50—60% cărbuni necocsificabili de Valea Jiului

* Ca imaginea să fie completă, trebuie amintit și zăcămîntul de cărbuni bruni tipici de la Sălătruc, de la est de Livezeni, formați într-o altă perioadă geologică, care, deși geografic se găsesc în Valea Jiului, totuși, nici din punct de vedere al formării lor și cu atît mai puțin din punct de vedere al caracteristicilor, nu fac parte din „Cărbunii de Valea Jiului".

(PLDAL) ca atare și (sau) sub formă de semicocs să se producă brichete care, cocsificate în cuptoare adecvate (oblice), să dea un cocs brichete metalurgic ce se poate folosi cca. 30% în șarja furnalelor ca înlocuitor al cocsului clasic de import, în metalurgia neferoasă, la fabricarea carbidului, sau în industria chimică. Este în curs de reconstrucție, extindere și modernizare stația de cocs brichete în care s-au produs cantități mari de cocs brichete ce au fost folosite în furnale, la turnătorii și alte utilizări, de multe ori la nivel de premieră mondială.

Folosind o parte a fluxului stației de cocs brichete se produce tot din cărbunii PLDAL, sub formă de semicocs, cărbuni aglutinanți degresanți sintetici — CADS — sau brichete crude ICEM care, măcinate și dozate în șarja clasică, pot înlocui o parte a huilelor cocsificabile deficitare.

Preîncălzirea șarjelor clasice încărcate în vrac sau ștampat, experimentată pînă la nivel de piloți industriali, va permite folosirea anumitor procente de PLDAL ca atare — sau ca semicocs — și la cocsificare în cuptoare orizontale.

Cercetarea, proiectarea și realizarea instalațiilor corespunzătoare va asigura îndeplinirea sarcinii trasate prin directivele celui de la XIII-lea Congres al P.C.R. ca toate huilele din țară să fie folosite la fabricarea cocsului și va asigura reducerea corespunzătoare a importului de cocs sau huile cocsificabile superioare.

Capitolul VI

„DE RE METALLICA" ODINIOARĂ, AZI ȘI MÎINE

Aurul — cuprul — plumbul, aliajul dur al bronzului, apoi fierul și mai recent aluminiul sînt metale cunoscute de toată lumea, fără de care nu ne-am putea imagina tehnica modernă, viața în gospodăriile noastre.

Unele metale au dat însă, pentru importantele realizări pe care le-au mijlocit omului în lupta sa cu natura, denumirile unor întregi epoci istorice, epoci în cadrul cărora de fiecare dată au fost revoluționate mijloacele producției materiale, cu adînci consecințe sociale.

De la utilizarea metalelor găsite în stare nativă, care prin culoarea lor atrăgeau atenția strămoșilor noștri, — mai ales aurul, folosit pentru producerea de podoabe — și pînă la primele începuturi efective ale metalurgiei, ale extragerii conștiente a acestor metale din minereurile lor, au trebuit să treacă multe milenii de acumulare a experienței.

Ce a însemnat metalurgia de la început pentru tehnica, civilizația vremii ? A creat posibilitatea producerii din materiale noi a unor unelte precise și trainice cu care se putea munci mai ușor, mai eficace, ce puteau fi mai ușor confecționate și prelucrate și care erau mult mai durabile decît uneltele de lemn, de os sau de piatră.

Într-un cuvînt, metalurgia primitivă a marcat o nouă etapă în stăpînirea de către om a mediului natural înconjurător.

Dar nu numai atît. Metalurgia a determinat apariția unor unelte noi ce au permis executarea unor operații la nivel superior, participînd astfel de la începuturile sale la crearea și lărgirea bazei materiale pentru ridicarea omului pe o nouă treaptă de dezvoltare.

Dacă vom privi tabelul periodic al elementelor chimice, vom constata că majoritatea este constituită din

metale ; metale în sensul chimic al noțiunii — adică elemente capabile ca în reacțiile lor cu alte elemente să se comporte ca donori de electroni.

Firește că în preocupările curente ale metalurgiei nu intră nici măcar astăzi producerea și prelucrarea tuturor acestor metale. Ponderea extracției și producției lor depinde atît de geutatea — sau ușurința — obținerii lor, cît și de utilitatea precum și de accesibilitatea lor atît ca rezerve, cît și ca posibilități de aducere la suprafață. Chimiștii și metalurgiștii își împart sarcinile obținerii metalelor după criterii destul de convenționale, deoarece de multe ori este practic imposibilă separarea chimiei de metalurgie.

În baza unei convenții unanim acceptate, chimiștii se ocupă de partea de extracție a metalelor — mai ales a celor rare — din minereuri, prin procedee în care procesele chimice sînt predominante, în timp ce metalurgiștilor le revine în special domeniul purificării, al alierii și al prelucrării metalelor care se găsesc și se extrag în cantități mai mari.

Aceasta pentru partea „neferoasă" a metalurgiei. În ceea ce privește metalurgia fierului — siderurgia — producerea industrială în furnale sub formă de fontă, obținerea oțelului prin arderea parțială a carbonului, alierea acestuia în vederea obținerii însușirilor dorite, apoi prelucrarea prin laminare, forjare, turnare, a fost de mult cedată de către chimiști metalurgiștilor. Aceasta nu înseamnă însă că la baza cunoașterii și conducerii proceselor metalurgice nu stă tot chimia. Metalurgiștii au dezvoltat mai departe noțiunile chimiei inițial aplicate, din chimie separîndu-se disciplinele metalurgiei fontei, a oțelurilor, a metalurgiei neferoase, apărînd și discipline noi, de graniță, ca metalurgia fizică și altele. De altfel, se spune uneori, în glumă, că furnalul nu este decît un uriaș gazogen care dă din cînd în cînd și ceva fontă...

Sînt puține metalele marcate în tabelul lui Mendeleev care să nu aibă utilizări industriale, și dacă încă nu le au astăzi, le vor avea negreșit într-un viitor apropiat, o dată cu dezvoltarea tehnologiilor de vîrf (electronica, nucleară etc.) care cer mereu materiale noi, cu proprietăți speciale și puități deosebite.

Celebrele oțeluri ale săbiilor de Toledo sau de Damasc abia de pot concura în fața multiplelor realizări ale metalurgiștilor contemporani. Oțeluri rezistente la acizi, la oxidare, la temperaturi înalte, cu duritate ridicată sau extrem de elastice, de la ac și pînă la învelișul navelor cosmice sau cele folosite în reactoarele nucleare, sînt mai ales aliaje ale fierului cu metale rare sau diferite aliaje neferoase create datorită cercetării, aprofundării și cunoașterii însușirilor acestora.

Aluminiul și aliajele ușoare au largi utilizări în tehnica contemporană, mai ales în aviație și industria automobilelor, dar toate celelalte metale „neferoase" sînt doar materiale complementare fierului. Nici unul nu-l va putea înlocui integral în multiplele lui domenii de utilizare și de aceea, pe drept cuvînt, se poate afirma că metalurgia fierului și a aliajelor ușoare obținute din aluminiu au fost și vor continua să rămînă principalele ramuri ale metalurgiei, baza industriei grele, care determină independența industriei constructoare de mașini și — în final — a economiei oricărei țări. De altfel, tot în activitatea metalurgiștilor, o pondere deosebit de însemnată o are recircularea, refolosirea metalelor-vechi-recuperate.

Dar, de fapt, și cuprul, unul din primele metale folosite de om, are un domeniu special de utilizare în electrotehnică și, sub formă de bronz (aliaj de cupru cu cositor și alte metale), în construcția de mașini, însă cantitatea extrasă și folosită nu poate fi comparată cu cea de oțel (650-700 mil. tone/an) sau aluminiu (11-12 mil. tone/an).

La baza majorității proceselor de fabricare a metalelor neferoase stau transformarea sulfurilor acestora în oxizi și apoi, ca și la obținerea fontei, procesele de reducere a respectivilor oxizi. Metalele, elementele chimic-active se găsesc foarte rar în scoarța terestră în stare nativă.

Prin procedee multiple, bazate pe diferite procese chimice ca prăjiri oxidante sau reducătoare etc., sulfurile, sărurile sînt transformate în oxizi, care constituie practic mai întotdeauna punctul de plecare în procesele metalurgice de obținere a metalelor.

Pentru a elibera metalele din combinațiile lor cu oxigenul, oxizii acestora sînt supuși acțiunii reducătoare a oxidului de carbon sau uneori a carbonului ca atare. Carbonul, avid de oxigen, reduce oxizii și din acest proces rezultă metalul, obiectivul întregii operații, împreună cu produse gazoase ca dioxid de carbon și oxid de carbon. Adesea, agentul reducător este chiar oxidul de carbon, iar uneori și hidrogenul obținut împreună.

Acest proces poate fi schematizat — pentru un metal oarecare — în felul următor :

$$Me_xO_y + {}_yCO = {}_xMe + {}_yCO_2$$
$$Me_xO_y + {}_yH_2 = {}_xMe + {}_yH_2O$$
$$Me_xO_y + {}_yC = {}_xMe + {}_yCO$$

Carbonul, oxidul de carbon și hidrogenul sînt aduși în reacție sub formă de cocs, mangal, cărbune, prin conversia gazului natural la CO și H_2 sau obținerea aceluiași amestec prin gazificarea cărbunilor.

Aceste procese nu au loc niciodată la temperatura ambiantă, fiind reacții puternic endoterme ce au loc la temperaturi ridicate, în care sursa de căldură este cel mai adesea chiar cocsul, uneori energia electrică sau arderea directă a cărbunilor ori a gazelor. Locul tipic în care amintitele reacții se realizează în industrie și permit obținerea fierului sub formă de fontă este furnalul...

În principal, rolul cocsului este acela de a furniza prin ardere cantitatea de căldură necesară topirii șarjelor de minereu și calcar, precum și menținerii reacțiilor chimice endoterme, dintre care cea mai importantă este reducerea oxizilor din minereu și eliberarea metalului. Aceasta deoarece tot cocsul este acela care, fie prin intermediul oxidului de carbon format prin arderea sa incompletă, fie direct prin carbonul din compoziția sa asigură procesele chimice de reducere a oxizilor de fier la fierul metalic, componentul de bază al fontei.

Cocsul cedează fontei o parte din carbonul său, produsul furnalului fiind acest aliaj de fier cu carbon.

Intrînd în proporție de 20-30% în greutate și 50% în volum în compoziția șarjei furnalului, cocsul, material ușor, rezistent, refractar, de granulație controlată asigură permeabilitatea la gaze a coloanei de materiale și

permite aerului și gazelor formate în procesele de ardere și reducere să circule uniform prin încărcătura furnalului, condiție categorică pentru realizarea procesului urmărit.

Ajuns la gurile de vînt, cocsul arde și, degajînd căldură, se transformă în final în gaze și cenușă, deci își micșorează mult volumul. În felul acesta participă la asigurarea coborîrii coloanei de minereu (aglomerat) și cocs de la gura de încărcare spre zona gurilor de vînt.

Cocsul suportă, în toată perioada trecerii prin furnal, o parte din greutatea coloanei care coboară prin rostogoliri ale bulgărilor de componenți. În această coborîre, cocsul nu are voie să se sfărîme și trebuie să asigure incontinuu permeabilitatea la gaze a coloanei de material.

Rostogolirile, sub influența mișcării și greutății coloanei de minereuri, temperatura ridicată și loviturile căderilor nu trebuie să influențeze asupra însușirilor mecanice ale cocsului deoarece lucrul său propriu-zis începe abia în partea de jos a furnalului, în zona gurilor de vînt.

Dar să vorbim de însușiri...

Ca purtător de energie, cocsul metalurgic concentrează în zona gurilor de vînt o cantitate de energie mult mai mare decît o poate face cărbunele. Acest fapt reiese din compararea datelor din tabelul de mai jos, unde sînt date comparativ analizele tehnice și elementare ale cîtorva combustibili utilizați în furnale în decursul vremii. Deși cărbunii au puteri calorice mai mari, acestea se pierd în timpul coborîrii în furnal, o dată cu degajarea volatilelor, nemailuînd în calcul degradarea lor fizicomecanică. Cocsul nu este — în acest caz — doar un combustibil ci și un material refractar dur, care ajunge întreg — aproape întreg — la gurile de vînt și susține toată coloana din furnal.

Puterea calorică a combustibilului — căci aceasta este în final cocsul în furnal — depinde de compoziția sa elementară, de conținutul de carbon. Acesta se calculează convențional astfel :

$C_{fix} = 100$ — Cenușă — volatile — sulf — umiditate

Cu cît un cocs are un conținut de carbon fix mai ridicat, cu atît conținutul său caloric este mai mare, cu

Tabelul nr. 12

Analiza elementară și tehnică a combustibililor utilizați în furnale de-a lungul vremilor

Combustibil	Analiza elementară raportată la masa combustibilă							Analiza tehnică		
	C %	H %	O %	N %	S %	V %	Q_i kcal/kg	A %	W %	Q_i kcal/kg
Huilă slabă	91—92	3,8—4,1	2,2—2,5	1,1—1,7	0,7—2	9—12	8 435	Variază de la un cărbune la altul		7 400
Antracit	91—92	3,6—3,8	2,0—2,2	1,1—1,7	0,7—2	7—9	8 397			6 800—8 000
Mangal	86—90	2—3	5—8	—	—	—	7 800	5—10	2—3	7 200
Cocs	97,0	0,4	0,6	1,0	1,0—2,0	0,5—1,0	7 950	6—12	2—10	6 800—7 300

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

atît cantitatea de cocs folosită pentru reducerea și topirea aceleiași cantități de minereu, respectiv de fontă produsă este mai mică.

Deci cocs „bun" pentru furnal înseamnă conținut redus de cenușă, umiditate cît mai mică, conținut de substanțe volatile scăzut și mai ales un conținut pe cît posibil de redus de sulf, pe lîngă o rezistență (termo) mecanică cît mai ridicată și greutate volumică mică.

Asupra sulfului, acest dușman al siderurgistului, trebuie să insistăm în mod deosebit. Sulful nu dispare în procesele din furnal, se elimină doar parțial cu gazele, restul se fixează de atomii de fier din fontă și, chiar și în proporție mică, înrăutățește însușirile mecanice ale acesteia. Se obține, cum se spune, o fontă casantă, sulfuroasă. Pentru a evita acest neajuns, în furnal se încarcă calcar — carbonat de calciu — care are însușirea ca, în urma transformării sale în oxid de calciu, să lege sulful din încărcătură și să-l evacueze în zgură.

Dar calcarul trebuie „ars" și transformat în var nestins, iar acesta, topit împreună cu silicea și alumina din minereu și cocs, sub formă de zgură. Toate aceste operații se fac cu un consum suplimentar de căldură, respectiv de cocs, care, împreună cu calcarul, diminuează volumul destinat în furnal minereului și reduce producția de fontă.

Și apoi, dacă nu-s dozați exact componenții, apar și alte încurcături..., astfel încît a doua întrebare a furnalistului în legătură cu cocsul aprovizionat este aproape sigur „cît sulf conține acesta ?".

Mangalul ar părea, după analizele discutate, mult superior cocsului metalurgic. În tabel nu apare însă o altă însușire — rezistența mecanică la rece și la cald a combustibilului de furnal.

Pentru determinarea ei, specialiștii și-au imaginat diferite metode, rostogolind, în principiu, diferite cantități de cocs în tobe, căutînd să reproducă astfel solicitările mecanice la care acesta este supus în drumul său de la gura de încărcare spre gurile de vînt ale furnalului.

Astăzi este aproape unanim acceptată determinarea rezistenței cocsului în toba Micum. Aceasta este expri-

mată prin doi indici, și anume, M_{40} (sau M_{25}) și M_{10}, reprezentînd în procente fracțiunile de cocs care rămîn cu dimensiuni peste 40(25) și sub 10 mm după ciclul artificial de „furnal" realizat prin rostogoliri și loviri repetate în această „tobă".

Un cocs bun are $M_{40}(M_{25})$ mare și M_{10} cît mai mic. Un indice M_{10} mare înseamnă umplerea coloanei de material din furnal cu praf, avînd drept urmare înfundarea golurilor prin care trebuie să circule gazele, ceea ce duce la oprirea agregatului.

Și acum putem aprecia fără alt ajutor care cocs este mai bun : cel cu cenușă și sulf în procente reduse și rezistență fizico-mecanică cît mai mare, pe lîngă o granulație corespunzătoare agregatului în care se folosește.

Tabelul nr. 13

	M_{40}%	M_{10}%
Mangal	35—40	15—20
Cocs clasic	71—76	6
Cocs brichete	72—78	8
Cocs slab	sub 65	peste 10

Deci, pînă acum, un cocs „bun" cumulează două calități : analiză corespunzătoare și rezistență mecanică superioară.

Dar aceasta nu este totul :

Cocsul trebuie să ardă în furnal într-un anumit fel, adică să se transforme — la gurile de vînt — direct în dioxid de carbon, cu cedarea întregii rezerve termice, iar sus în coloană, prin reacția sa cu dioxidul de carbon, să se formeze anumite cantități de oxid de carbon, element activ în reducerea minereului.

Aceste însușiri sînt caracterizate prin carboxireactivitatea și oxireactivitatea cocsului și depind mult de granulația și structura lui poroasă.

Întrucît procesele fizico-chimice de reacție au loc pe suprafața cocsului, este de preferat un cocs cu micropori — deci cu o suprafață mare de atac pentru gaze. În plus, cocsul este materialul care determină permeabilitatea coloanei de material din furnal — și în final productivitatea acestuia — deoarece se știe că fără aer arderea lui nu este posibilă, iar cocsul este singurul material — refractar — care ajunge pînă la gurile de vînt.

Permeabilitatea este de fapt inversul rezistenței ce o opune un strat de materiale unui curent de gaze și este determinată de dimensiunea bucăților de material (a canalelor libere), de rugozitatea lor și de viteza gazului.

Deci, ca furnaliști, ne-am dori cocs de granulație mare. Granulație mare înseamnă însă suprafața de reacție mică, înseamnă procese chimice lente de oxidare și carboxidare, înseamnă mers greoi al furnalului și risipă de cocs încă utilizabil. Iată deci o altă însușire cu multe implicații, care deocamdată ne permite să afirmăm că cocsul de furnal trebuie să fie de granulație cît mai constantă (pentru ca măruntul să nu astupe golurile dintre bucățile mari), potrivită cu a minereului și de mărimea cerută de încărcătura și mersul fiecărui furnal.

Iată deci încă un indice calitativ : uniformitatea mărimii bucăților de cocs, care trebuie corelată cu permeabilitatea și reactivitatea. Permeabilitatea, uniformitatea granulației cocsului și porozitatea lui sînt cuprinse de către o caracteristică fizică a acestuia și anume de către greutatea volumică.

Ea arată ce greutate de cocs se poate încărca într-un metru cub și este o expresie a volumului ocupat de șarja de cocs în încărcătura furnalului. Cocsul de granulație uniformă dar cu forme neregulate, poros, are o greutatea volumică mică și va ocupa în final un volum mai mare, afinînd șarja și asigurînd o permeabilitate mai ridicată coloanei de material în furnal.

Iată deci cît de greu se apreciază, după diferitele caracteristici pe care le avem la îndemînă, calitatea cocsului.

Deocamdată, singura autoritate absolută în aprecierea cocsului aparține însuși furnalului, care, consumîndu-l în funcție de indicii realizați, cu un anumit fel de mi-

nereu și o anumită compoziție granulometrică a șarjei, îl califică drept „bun" sau „slab". Aceasta înseamnă că practica este criteriul final de apreciere a calității cocsului și infirmă sau confirmă aprecierea dată pe baza determinării caracteristicilor. Noi putem prevedea într-o oarecare măsură mersul furnalului cu un cocs de anumite însușiri, fără ca această prevedere să aibă un caracter absolut.

Deci : Un cocs „bun" ar fi un cocs cu conținut ridicat de carbon fix, cu puțin sulf, rezistent la eforturile mecanice, poros — dar în anumite limite — reactiv dar nu prea, de dimensiune potrivită cu a minereului, respectiv aglomeratului folosit și — în orice caz — de calitate cît mai uniformă. Dacă se poate ca, după toate acestea, să aibă și o greutate volumică mică, va fi și mai bine.

Spre neplăcerea metalurgiștilor, minereurile nu se găsesc decît extrem de rar curate. Ele sînt mai totdeauna impurificate cu alți compuși ai scoarței terestre care complică cu o serie întreagă de operații procesul de obținere al metalului.

În primul rînd — uneori la conținuturi reduse în metal util —, este necesară o concentrare a minereului, operație care poate fi executată pe cale chimică, fizică, fizico-chimică sau mecanică.

Apoi se face, de obicei, o pregătire a acestuia în vederea încălzirii în cuptoare — pregătire ce constă din aglomerare, peletizare, prăjire, brichetare — pentru obținerea granulației dorite, în cursul căreia se folosește adesea cocs mărunt drept combustibil.

În procesul propriu-zis de reducere a oxizilor metalici trebuie luate măsuri de precauție pentru a împiedica reacțiile secundare nedorite, capabile să impurifice metalul obținut. De aceea, se adaugă șarjelor componenți cu care se urmărește neutralizarea efectului acestor reacții (calcar, var și altele).

Prezența impurităților impune separarea acestora de metal. Separarea poate fi făcută la gradul intim în care sînt amestecate minereurile cu sterilul ce le impurifică, prin topirea întregii încărcături, adică a :

— minereului ;
— sterilului și a
— celorlalte adaosuri,

obținîndu-se o topitură de metal-zgură din care se separă, datorită diferențelor de densitate, metalul, aliaje intermediare și zgura, de multe ori, la rîndul ei, materie primă pentru obținerea altor metale sau pentru industria materialelor de construcții.

Iată foarte pe scurt șirul de operații la care sînt supuse în procesele metalurgice minereurile și care duc la obținerea metalelor în stare brută. Compoziția acestora numai rareori este cea potrivită utilizării finale în construcția de mașini și aparate.

La baza întregii metalurgii stau de fapt procesele de reducere a oxizilor de metal. Acestea au loc după reacții chimice astăzi binecunoscute și sînt întotdeauna însoțite de consumarea unor cantități mai mici sau mai mari de căldură. Alchimiștii Evului Mediu spuneau „corpora non agunt nisi soluta" *, exprimînd intuitiv faptul astăzi bine stabilit că în reacțiile chimice obișnuite elementele participă sub formă de ioni, care se formează în soluțiile apoase ale reactivilor.

În metalurgie — ca și în ceramică de altfel — starea aceasta reactivă este realizată prin solvirea elementelor în topitura rezultată la temperaturile înalte din cuptoarele metalurgice, în infernul care se dezlănțuie din plin în dogoarea focului, ionii acționînd în deplină libertate.

Iată cum arată cîteva din ecuațiile chimice ale acestor reacții care, în majoritate, consumă căldură produsă prin arderea unui combustibil atît pentru reacție, cît și pen-

$3\ Fe_2O_3 + CO = 2\ Fe_3O_4 + CO_2 + 8\ 870$ kcal
$Fe_3O_4 + CO = 3\ FeO + CO_2 + 4\ 490$ kcal
$FeO + CO = Fe + CO_2 + 3\ 250$ kcal
$Fe_3O_4 + 4\ CO = 3\ Fe + 4\ CO_2 + 4\ 100$ kcal
$MnO_2 + CO = MnO + CO_2 + 3\ 800$ kcal
$ZnO + CO = Zn\ vap. + CO_2 + 15\ 770$ kcal,

* „Substanțele nu acționează (unele asupra celorlalte) decît în stare solvită" (în termenii chimici zilelor noastre : „sub formă de ioni"). (În latină, în original).

tru a ajunge la temperatura necesară, iar uneori degajă căldură.

Căldura este forma de energie care activează în suficientă măsură moleculele componenților, eliberează ionii ce acționează și creează condițiile pentru ca acestea să intre în reacție și din minereuri să se obțină, în procesele metalurgice, metalele atît de necesare industriei.

Această căldură este generată de reacțiile de oxidare — de ardere — ale carbonului din cocs.

Acestea :

$$C + O_2 = CO_2 + 95\,662 \text{ kcal/kmol}$$

$$2\,C + O_2 = 2\,CO + 58\,072 \text{ kcal/kmol}$$

au loc în furnale, pe benzile de aglomerare, în cuptoarele de prăjire sau de topire reducătoare ale metalurgiei neferoase, paralel cu reacțiile chimice ale proceselor metalurgice și generează căldura necesară întregului proces chimic ce se desfășoară în cuptoare.

Am spus proces, pentru că reacțiile enumerate mai sus nu reprezintă de fapt decît reacții principale, ele desfășurîndu-se astfel într-o măsură limitată. De obicei, sînt însoțite de reacții secundare provocate sau nedorite, în care se leagă componenții ce impurifică minereurile, și în care se formează zgura, reacții care toate au loc cu consumarea unor cantități însemnate de căldură.

Ori, căldură înseamnă carbon care arde, iar carbon într-o formă concentrată înseamnă cocs !

Cocsul este combustibilul care asigură, prin arderea sa, indiferent de procesul în care este utilizat, cantitatea de căldură necesară desfășurării reacției chimice în care se urmărește obținerea metalului, a concentratelor sau a altor intermediari metalurgici.

Dar cu aceasta nu este epuizat rolul cocsului în procesele metalurgice. Din reacțiile care exemplifică, de fapt, rolul căldurii în procesele chimice respective reiese că acestea nu pot avea loc în lipsa elementului reducător — oxid de carbon sau carbon elementar.

Ori, atît oxidul de carbon, cît și carbonul reducător sînt furnizați de către cocsul metalurgic.

O cantitate de cocs cel puțin echivalentă cu cea consumată ca agent reducător și generator al căldurii nece-

sare pentru menținerea reacțiilor de reducere este consumată pentru topirea întregii încărcături solide. Mai repetăm o dată că aceasta constă din cantități mari de minereu, steril, fondant și minereuri, adaosuri, ameliorante ale compoziției topiturilor etc.

Calculul încărcăturii de cocs în procesele metalurgice trebuie să țină seama de :

— necesarul de carbon în reacțiile de reducere,
— necesarul de căldură pentru reacțiile de reducere,
— necesarul de căldură pentru alte reacții,
— necesarul de căldură pentru topirea încărcăturii,
— pierderile de căldură prin pereți și cu apa de răcire.

În modul acesta se calculează consumul de cocs care, pînă nu de mult, în siderurgie era de circa 1 tonă de cocs pe tona de fontă produsă, dar azi a ajuns la cca. 500 kg, iar în metalurgia neferoasă reprezintă 12—15% din compoziția unei șarje încărcate în cuptoare.

Pentru exemplificarea celor arătate mai sus, redăm în tabelul de mai jos consumurile de căldură pentru producerea unei tone de fontă într-un furnal înalt :

Tabelul nr. 14

Componenții consumului de căldură	kcal/kg fontă
Încălzirea materialelor de topit	6
Destinderea aerului	4
Reducere	1 665
Evaporarea apei	100
Disocierea calcarului	183
Disocierea vaporilor de apă din aer	27
Topirea și supraîncălzirea fontei	300
Topirea și supraîncălzirea zgurei	481
Pierderi prin gaze de ardere	554
Răcirea gurilor de vînt	138
Pierderi de căldură	527
TOTAL	3 985

Deci pentru producerea unui kilogram de fontă sînt necesare 3 985 kcal căldură, din care de fapt numai 55—60 procente sînt folosite la reducerea minereului și topirea fontei, restul fiind utilizată la procesele secundare de prelucrare a impurităților din minereu, pierdută prin gaze, radiație sau cu apa de răcire.

Această cantitate de căldură — 3 985 kcal — poate fi produsă prin arderea a 0,4950 kg de carbon a cărui putere calorică este de 8 000 kcal/kg sau a 0,630 kg de cocs cu analiza tehnică de mai jos :

umiditate 7%
cenușă 12%
sulf 1%
volatile 1,5%

și care conține 78,5% carbon.

Cifra de 630 kg cocs pe tona de fontă reprezintă de fapt un consum pur teoretic deoarece, de obicei, consumul de cocs pe tona de fontă este astăzi mai scăzut datorită folosirii aerului cald și a unor resurse suplimentare de căldură (păcură, gaz metan, gaz de cocserie, praf de cărbune) introduse prin gurile de vînt, care au redus consumul real de cocs chiar la 450—550 kg/t de fontă obținută.

Problema reducerii consumului specific de cocs la producerea fontei (sau alte procese) are o importanță deosebită din punct de vedere economic, deoarece o bună parte a cheltuielilor materiale ce intră în prețul de cost al fontei este reprezentată de valoarea cocsului folosit. Pînă la cele două crize petroliere (1973 și 1978—'80), păcura și gazul metan au fost combustibilii auxiliari cei mai des utilizați, dar după aceste evenimente aspectele problemei au fost parțial schimbate. În loc de insuflarea la gurile de vînt a gazului metan sau a păcurii se încearcă varianta cu cărbune praf, creșterea proporției de oxigen în vîntul insuflat în furnal și mai ales optimizarea pe cale de cercetări statistico-matematice a tuturor parametrilor tehnico-economici de funcționare a furnalului.

În rezumat, cîteva dintre consumurile de cocs necesare pentru producerea unor metale :

Fontă	450 — 550 kg/t
Plumb	10 — 15% din încărcătura cuptorului
Cupru	10 — 12% din încărcătura cuptorului
Zinc	10 — 12% din încărcătura cuptorului

Aceasta nu reprezintă însă decît o parte — chiar dacă este partea cea mai consistentă — a consumului de cocs în metalurgie. La aceste cifre se adaugă consumul de cocs mărunt în continuă creștere, datorită extinderii fabricilor de aglomerare a minereurilor mărunte, precum și consumul de cocs pentru retopirea fontei care se prelucrează prin turnare.

Aceasta din urmă — pentru că este utilizat în turnătoriile de fontă — poartă denumirea de „cocs de turnătorie" și se deosebește oarecum ca însușiri de cocsul de furnal.

O anumită parte din fonta produsă în furnale este livrată, sub formă de calupuri, uzinelor industriei constructoare de mașini. Aici are loc în cubilouri — cuptoare cu cuvă — o a doua topire a fontei, însoțită adeseori de ameliorarea calității sale, în vederea turnării în forme a pieselor ce urmează să fie fabricate din ea.

Și în acest proces metalurgic, tot cocsul este cel care, cu rezistența sa mecanică mare, cu cantitatea de energie concentrată într-un volum mic, cu însușirile de a arde și dezvolta temperaturi ridicate în zonele dorite de metalurgie, satisface deplin cerințele procesului tehnologic, fiind și astăzi încă combustibilul cu cea mai largă întrebuințare.

În cubilouri se întrebuințează pentru topirea unei tone de fontă cca. 90—120 kg de cocs, ceea ce reprezintă cca. 10% din încărcătură.

Astăzi se caută, printr-o serie întreagă de procedee, să se reducă consumul de cocs în procesele metalurgice.

Aceasta, pe de o parte, datorită ponderii pe care cocsul o are în prețul de cost al produselor metalurgiei și, pe de altă parte, datorită unei efective restrîngeri a disponibilului de cocs pe piața mondială.

Într-unul din capitolele precedente s-a arătat că rezerva proporțională de cărbuni cocsificabili este în scădere și că găsirea soluțiilor pentru lărgirea bazei de

materie primă utilizată în fabricarea acestuia intră în preocupările cocseriilor din majoritatea țărilor.

Nici una dintre căile de înlocuire sau reducere a consumului de cocs pe care se merge nu a reușit însă, și cunoștințele actuale permit afirmarea că nici nu vor reuși așa de curînd, să înlăture cocsul de pe poziția sa de combustibil predominant al metalurgiei, poziție ce o deține practic de la saltul acesteia de la preocuparea meșteșugărească la industria metalurgică, de la înlocuirea mangalului, insuficient calitativ și cantitativ față de dezvoltarea rapidă a metalurgiei, cu cocsul metalurgic utilizat și azi.

Reducerea consumului specific de cocs pe tona de fontă la furnale, urmărită prin folosirea combustibililor auxiliari și diferitelor măsuri de perfecționare a construcției furnalelor și a tehnologiei de elaborare a fontei, deși a avut rezultatele spectaculoase amintite mai sus, totuși nu a putut duce la o reducere a cererii și a producției totale de cocs pe plan mondial, deoarece ritmurile mari de creștere ale producției de fontă au determinat o creștere continuă a cererilor ; ba chiar în unele uzine (și țări) scumpirea păcurii a dus la creșterea (adevărat, destul de mică) a consumului specific de cocs.

Cocsul metalurgic și-a găsit utilizări și în alte ramuri ale metalurgiei, cererea menținîndu-se pe total, în continuare, la un nivel ridicat.

A avut loc, în același timp, și o modificare a structurii consumatorilor : au crescut cantitățile de cocs utilizate la furnale, dar a scăzut în același timp consumul de cocs în uz casnic.

Analiza de mai jos ne va arăta cum una din căile principale de reducere a consumului de cocs la furnale — aglomerarea — a determinat de fapt restructurarea consumului de cocs, acesta crescînd ca valori absolute peste nivelul inițial.

În vederea pregătirii superioare a minereurilor, în afara furnalului, precum și a utilizării în bune condițiuni a minereurilor mărunte sau concentrate, acestea sînt supuse aglomerării în instalații speciale.

În fond, aglomerarea constă dintr-o prăjire a minereurilor mărunte, prăjire în cursul căreia acestea, împreună cu fondanții adăugați, sînt încălzite la tempera-

turi apropiate de cea de topire, se moaie și se aglomerează, obținîndu-se bucăți de dimensiuni potrivite procesului din furnal. Pe banda de aglomerare au loc și unele reacții chimice în urma cărora minereul este pregătit pentru reacția de reducere din furnal.

Căldura necesară rezultă din arderea unei cantități de cocs mărunt ce se adaogă șarjei de minereuri și calcar mărunt. Acesta trece în cursul procesului de aglomerare în var, iar aglomeratul astfel produs se numește „autofondant".

Se realizează deci prin aglomerare :

— bucăți de minereu în loc de praf ;

— contact intim între componenți ;

— prima fază de pregătire a proceselor și reducere și

— descompunerea termică a carbonaților și respectiv al calcarului, toate acestea folosind drept combustibil cocsul mărunt.

Furnalul alimentat cu aglomerat autofondant, deci cu o șarjă parțial pregătită, consumă mai puțin cocs pentru producerea fontei și atunci spațiul util al furnalului poate fi folosit mai rațional iar productivitatea lui crește.

Deci o parte din cocsul utilizat la furnal, cocsul calitativ superior, este înlocuit cu cocsul mărunt consumat de aglomerator, care rezultă ca produs secundar la cocserie, dar care de fapt se poate fabrica din orice fel de huile.

Acestea indică efectul restructurării asupra balanței de cocs, cantitatea de cocs total consumată pentru tona de fontă fiind aproape neschimbată, iar uneori ușor crescută, dar modificată calitativ și mai ales valoric.

Extinderea aglomerării a determinat în multe țări apariția unui deficit de cocs mărunt atît de acut încît acolo unde nu existau posibilități de acoperire pe altă cale, s-a recurs la soluții foarte dezavantajoase din punct de vedere economic — măcinarea cocsului metalurgic.

Soluția realizată la noi în țară a fost mai economică și mai „elegantă". Aplicîndu-se tehnologia carbonizării prin fluidizare în instalația „Carbofluid" de la C. S. Victoria Călan, ce a fost utilizată inițial pentru obținerea semicocsului necesar degresării șarjei de la Cocseria Hunedoara, s-au introdus modificări ale parametrilor de

exploatare și în același tip de cuptor s-a obținut (la 900° C în loc de 550°C) cocs mărunt de fluidizare, folosit cu succes ca înlocuitor al cocsului mărunt deficitar.

În ansamblu, legătura între producția de cărbune și siderurgie rămîne la fel de strînsă în condițiile tuturor perfecționărilor aduse de tehnica mondială proceselor siderurgice.

Înlocuirea parțială a cocsului cu alți combustibili mai ieftini și cu cocsul mărunt folosit la aglomerare, sau cărbunele praf insuflat în furnal nu slăbește această legătură, ci o face mai multilaterală.

Lărgirea bazei de materii prime cărbunoase utilizate în siderurgie scade prețul de cost al fontei, fără a reduce rolul industriei miniere și cocsochimice în complexul combinatelor siderurgice.

În afară de metalurgie, și mai ales de ramura ei principală — siderurgia, cocsul este utilizat în multe domenii ale industriei drept materie primă sau auxiliar.

Încă în capitolul III am arătat cum se prezenta, de exemplu, cu ani în urmă, repartizarea consumului de cocs în trei țări industriale din Europa occidentală (p. 95).

Acest tabel, cu rol pur ilustrativ, demonstra cum se schimbă, de la o țară la alta, în funcție de specificul industriei și balanța ei de combustibil, consumul de cocs în diferite domenii.

Cîteva cuvinte despre fiecare din ele ne vor permite să subliniem importanța pe care cocsul produs din „piatra care arde" o are pentru celelalte ramuri ale producției, în ansamblul industrial al unei țări.

Deci, în primul rînd, cocsul, datorită conținutului ridicat de carbon, este prin excelență un combustibil superior. În afara utilizării sale în furnal, pe această însușire se bazează utilizarea sa în combustia casnică și industrială, în țările ce nu au altă sursă de combustibili, sau tocmai în vederea economisirii și a utilizării raționale a combustibililor superiori (lemne, gaz metan, păcură).

Cocsul mărunt arde excepțional în sobele speciale pentru construcția cărora s-a dezvoltat o adevărată industrie și care asigură combustia sa completă, cu recuperarea maximă a rezervelor termice. Aceste sobe se

fabrică atît pentru locuințele mici, cît mai ales pentru instalațiile de încălzire centrală.

Utilizarea grătarelor speciale, a aerului suflat sau aspirat, recuperarea căldurii gazelor arse asigură acestor cuptoare randamente termice ridicate, apropiate de cele realizate în industrie.

Factorii legați de însușirile cocsului de care trebuie să se țină seama la construcția unor astfel de focare sînt, în special, reactivitatea și însușirile cenușii cocsului.

Reactivitatea cocsului determină viteza sa de ardere și poate fi, în parte, reglată prin granulația utilizată. Un focar cu tiraj redus, cum sînt de exemplu în sobele noastre de teracotă, nu va putea arde cocs de granulație mare cu suprafață mică și reactivitate mică și nici cocs praf, care ar avea reactivitatea necesară însă prin care nu poate fi asigurată circulația de aer. Pentru sobele noastre, cea mai potrivită granulație este cea între 10—20 mm. În funcție de calitățile focarului, această gamă poate fi extinsă.

Cenușa ce rămîne după arderea cocsului se poate topi la temperaturi relativ joase, în funcție de compoziția sa. Atunci se înfundă și blochează grătarele și de multe ori se ajunge la distrugerea lor. Aceasta poate fi evitată fie lucrîndu-se cu grătare speciale pentru evacuarea zgurei lichide din focarele încălzirii centrale, fie prin asigurarea cu mijloace constructive a răcirii ei, astfel încît topirea să fie evitată.

Și apoi, nu trebuie uitat rolul pe care combustia cocsului îl are în campania pentru „aer curat". El constituie așa-numitul „combustibil fără fum", ideal, și își merită pe deplin acest nume. Dar la aceasta vom reveni însă mai tîrziu.

Tot drept combustibil este utilizat cocsul și în instalațiile de gazificare. Prin diverse procedee, ce urmăresc în principiu arderea incompletă și obținerea unor gaze bogate în CO + H_2, care la rîndul lor să fie folosite drept combustibil, de data aceasta, cu toate însușirile suplimentare pe care le are un combustibil gazos față de unul solid, se obține gazul de „aer", de „apă" sau „mixt", iar randamentul de valorificare al energiei termice crește mult față de arderea cocsului ca atare.

Însă poate nu acesta este aspectul cel mai interesant al utilizării cocsului. Gazele, obținute la gazificare, constituie, în țările ce nu au zăcăminte de gaze naturale, materii prime prețioase pentru sintezele organice. Din ele se pot obține hidrocarburi, benzine, alcooli, amoniac, agenți de hidrogenare, folosiți la rîndul lor pentru transformarea cărbunelui în țiței sintetic și altele.

Cocsul este utilizat drept component în rețetele de fabricare a carburii de calciu, a carbidului, a cărei importanță pentru industria constructoare de mașini, și de construcții, este binecunoscută. În cuptoare electrice, la temperaturi foarte înalte, varul reacționează cu cocsul, de calitate superioară și granulație potrivită, și se obține CaC_2 — carbidul, o piatră cenușie care în contact cu apa degajă un gaz : acetilena. Conținutul ei ridicat de carbon, viteza de ardere mare fac posibilă concentrarea unor energii termice mari pe o suprafață restrînsă, suficientă însă pentru a asigura topirea și sudarea metalelor în procedeul oxiacetilenic de sudură.

Unde nu este utilizată sudura autogenă ? De la atelierele cooperației meșteșugărești la halele uzinelor uriașe, în lucrările de montaj, la construcțiile de blocuri, pe tot întinsul patriei sclipesc flăcările arzătoarelor, punctînd ritmul dezvoltării economiei noastre.

Cu aceasta, grupele de consumatori de cocs nu sînt încă epuizate. Inventarierea lor necesită mult spațiu deoarece produsele la fabricarea cărora acesta este utilizat sînt încă multe. Vom vedea amintite în capitolul următor : fabricarea sulfurii de carbon, industria clorosodică, industria electrozilor de grafit și a produselor carbonice, bazată pe mase carbonice, și multe altele în care însușirile cocsurilor de diferite calități sînt cunoscute și apreciate.

„Economia de combustibil“ reprezintă o problemă — sau poate ar fi mai potrivit să-i spunem o linie continuă de lucru — ce se impune astăzi mai mult ca oricînd celor care sînt consumatorii principali de cocs.

Preocuparea pentru economia de combustibil își are începuturile de pe vremea utilizării mangalului în furnal.

Creșterea prețului acestuia, determinată de cerințele tot mai ridicate de mangal, de scăderea rezervelor de lemn și de distanțele mari de transport, a pus probleme serioase siderurgiștilor, în plină luptă de concurență pentru realizarea unei fonte cu un preț cît mai scăzut.

Trecerea furnalelor de la combustibilul vechi — mangalul, — la cel nou — cocsul metalurgic — a îmbunătățit întrucîtva situația, fără să o rezolve complet. Și astfel, cerința „economiei de cocs" a fost transmisă pînă în zilele noastre.

De ce cocsul constituie o problemă atît de arzătoare? În cîteva cuvinte vom încerca să trecem în revistă cîteva aspecte ale acesteia:

Din punctul de vedere economic — al prețului de cost al fontei — cocsul reprezintă componentul cel mai scump al acestuia. Este bine de știut că valoarea cocsului consumat reprezintă între 45—60% din prețul de cost al fontei. Deci jumătate din cheltuielile producerii fontei se datorește consumului de cocs, — iată de ce fiecare kilogram cîștigat în această bătălie constituie un succes, un pas înainte pe calea scăderii prețului de cost al fontei.

În mod logic, se consideră că consumul specific de cocs necesar elaborării fontei este cel mai important indice tehnico-economic al furnalelor și că el reflectă cel mai bine gradul de tehnicitate al producției siderurgice.

Dar scăderea consumului de cocs are influențe directe nu numai asupra prețului de cost.

Cantitatea de cocs încărcată în furnal reprezintă circa 40—50% din volumul încărcăturii — reducerea consumului de cocs creează posibilitatea utilizării mai bune a volumului furnalului, posibilitatea măririi încărcăturii de minereu, a măririi producției de fontă și deci îmbunătățirea tuturor celorlalți indici de utilizare intensivă și extensivă a furnalului. Or, aceasta înseamnă, la rîndul său, scăderea prețului de cost al fontei, deoarece cu aceleași cheltuieli de fabricație se poate obține o cantitate mărită de produs.

Am fi unilaterali dacă am analiza problema economiei de cocs numai din punct de vedere al indicilor realizați la furnal.

Ea are un temei serios legat de disponibilul de cocs. Cocsul se fabrică din huile de cocs, ale căror rezerve nu sînt inepuizabile. Extinderea prospecțiilor geologice, căutarea de noi zăcăminte au arătat că resursele de huilă de cocs sînt relativ reduse și, nu reprezintă mai mult de 19—22% din rezervele de cărbune, trăgîndu-se astfel un semnal de alarmă atît pentru siderurgiști, cît și pentru cocsari. Primii caută, prin găsirea unor căi de reducere a consumului de cocs la furnale, prin utilizarea altor combustibili, să ușureze balanța necesarului de cocs, în timp ce cocsarii, prin cercetări asidue, caută să lărgească baza de materie primă pentru fabricarea cocsului, antrenînd în tehnologia de fabricație cantități sporite de cărbune de calitate inferioară.

Un fapt și mai grav din acest punct de vedere, care dă un impuls puternic cercetărilor, este că 99,14% din rezervele mondiale de huile cocsificabile se găsesc în numai 9 țări (R. P. Chineză — 23,12%; S. U. A. — 18,92% U.R.S.S. — 17,34%; R. F. Germania; — 14,5%; Australia — 12,33%; Polonia — 4,2%; India — 3,48%; R. Sud Africană — 3,63% și Canada — 1,61%), restul țărilor fiind nevoite să le importe.

Ritmul intens al dezvoltării siderurgiei, producția continuu sporită de fontă va asigura consumarea producției de cocs, iar reducerea consumului său specific în limitele unui efect economic optim va da posibilitatea unei gospodăriri raționale a rezervelor de cărbune, prin folosirea prin tehnologii adecvate a unei game cît mai largi de cărbuni cocsificabili și necocsificabili la fabricarea lui, pe de o parte, și a menținerii cît mai îndelungate a resurselor de cărbune cocsificabil, pe de altă parte.

Capitolul VII

ALTE INDUSTRII BAZATE PE CHIMIA CĂRBUNELUI

Un loc deosebit de important în economia societății contemporane îl ocupă carbonul și compușii lui. Cocsificarea și semicarbonizarea cărbunilor, legate strîns de siderurgie, reprezintă numai o ramură, în multe țări nici măcar cea mai importantă, a industriei compușilor conținînd carbon. Este suficient să amintim de industria petrolieră, industria organică de sinteză pentru a justifica această afirmație.

Industria de prelucrare a cărbunilor cunoaște o ramificare multiplă, care o leagă strîns de aproape toate celelalte domenii.

Această interdependență ține în bună măsură de situația locală a resurselor energetice, de gradul de dezvoltare al industriei, de gradul de valorificare a respectivelor resurse.

În capitolul de față vom mai încerca, în măsura în care spațiul ne va permite, să trecem la inventarierea cu o descriere sumară a acestor ramuri industriale ce folosesc cărbunele, pentru a completa imaginea cititorului în legătură cu locul și importanța pe care „piatra care arde" și l-a cucerit în economia zilelor noastre.

Schema prezentată mai înainte este departe de a epuiza locurile și posibilitățile de utilizare a produselor obținute în ramurile ce prelucrează cărbunele, ea urmînd să ne servească însă în capitolul de față ca ghid.

Procesele de ardere, de carbonizare și semicarbonizare ne sînt cunoscute din capitolele anterioare. Acolo s-a insistat în mod deosebit asupra căldurii, energiei obținute din cărbune și asupra produsului solid, produsul principal pentru siderurgie.

Interesant este însă și un alt aspect al pirogenării cărbunilor. Multe țări, lipsite de resurse de țiței natural ca bază de materii prime pentru sintezele organice, de

combustibili lichizi și gazoși ușor transportabili și care să ardă cu randamente termice mari, și-au dezvoltat o întreagă industrie a cărui produs principal nu este cocsul, ci gazele și subprodusele chimice ale cocsificării.

Reamintim aici că unul dintre predecesorii electricității în iluminatul public a fost tocmai gazul de cocserie obținut din pirogenarea cărbunilor. Gazul de cocserie, bogat în componenți cu putere calorică ridicată, este un combustibil apreciat iar prezența vaporilor de hidrocarburi aromatice îi dădea însușirea de a „ilumina". De fapt, procesul constă într-o ardere incompletă a acestora, cu producere de particule infime de carbon incandescent, obținîndu-se o flacără galbenă, luminoasă. Ulterior i s-a zis „gaz de oraș" sau „gaz de iluminat", și în loc de arderea directă a aromatelor, lumina se obținea prin aducerea la incandescență a unei țesături de săruri.

Acest aspect al industriei de prelucrare a cărbunelui este puțin cunoscut în țara noastră, deși uzina de gaz din București, de la Filaret, a fost una din primele de acest gen din Europa. În țara noastră, cu surse de lemn și gaz metan, raționalizarea utilizării drept combustibil a acestor două materii prime prețioase pentru industria chimică și de prelucrare a lemnului nu a fost împinsă pînă la o restructurare a balanței energetice interne, și abia în ultimele decenii se dă atenția cuvenită cărbunilor.

În țări lipsite de aceste resurse naturale, fiecare oraș are — sau avea — uzina sa de gaz, unde, prin pirogenare sau prin alte metode adecvate, se obținea gazul necesar consumatorilor menajeri și industriali. (În perioada produselor petroliere ieftine, adeseori au fost instalate uzine de producere a gazului din acestea sau s-a trecut la utilizarea gazelor naturale aduse pe conducte sau lichefiate.)

Pentru obținerea gazului, nu se utilizează însă cărbuni cocsificabili, superiori, ci orice fel de cărbuni, cît mai ieftini. Cocsul — de calitate mai slabă — obținut, în granulație de pînă la circa 40 mm, este utilizat apoi direct drept „combustibil fără fum". Ne putem ușor imagina ce reprezintă fumul în cazul unui oraș cu cîteva milioane de locuitori și sute de mii de coșuri. Neglijarea acestei probleme are repercusiuni foarte grave asupra

mediului natural, afectînd calitatea vieții și sănătatea locuitorilor.

La cocsificarea unor huile de gaz, de exemplu, randamentul de gaz obținut este de circa 350 m^3 pe tona de cărbune pirogenat. În tabelele de la pag. 123 și 165 sînt prezentate randamentele și caracteristicile gazului de cocserie și de semicarbonizare obținut din cărbuni. Cocsificarea nu este însă singura cale de obținere a combustibililor gazoși din cărbune. În procese de gazificare, masa organică a acestuia poate fi transformată integral în gaze combustibile sau materii prime pentru sintezele organice.

Industria gazului de iluminat — a „gazului de oraș" — a fost un precursor prețios pentru industria gazificării cărbunilor, pregătind și rezolvînd pentru aceasta toate problemele legate de distribuirea și combustia gazelor.

Așa cum arată și denumirea procesului, este vorba de transformarea combustibilului solid într-unul gazos, purtător al unei părți din energia acestuia. Cota de energie purtată de gaz reprezintă, într-un indice sintetic, gradul de perfecționare al instalației respective.

În fond, toate procesele de gazificare se bazează pe arderea incompletă a carbonului conținut în combustibil. În aceste procese există un purtător al carbonului — cărbunele sau cocsul — și un purtător de oxigen care poate fi aerul sau vaporii de apă, eventual și oxigen.

În funcție de combinația materiilor prime cu agentul de gazificare, precum și de procesul tehnologic utilizat se fabrică :

1 — gaz de aer ;
2 — gaz de apă ;
3 — gaz mixt ;
4 — gaz de gazificare sub presiune ;
5 — gaz obținut cu aer îmbogățit în oxigen ș.a.

Drept materii prime pot fi folosite practic toate materialele care conțin carbon, de la deșeuri de lemn, turbe, ligniți și pînă la antracit sau cocs.

Tabelul de mai jos arată eficiența, din punct de vedere termic, al diferitelor procedee de gazificare.

Combustibil	Agent de gazificare	Denumirea gazului	Randament termic
Antracit — cocs	apă	gaz de apă	60%
Antracit — cocs	aer	gaz de aer	73%
Antracit — cocs	apă + aer	gaz mixt	80%

De unde reiese că cea mai avantajoasă cale de obținere a combustibilului gazos artificial este cea a fabricării gazului mixt.

În principiu, construcția gazogenelor nu diferă de la un procedeu de gazificare la altul.

Pe la partea de jos a unei cuve cilindrice căptușită cu material refractar, se insuflă printr-un grătar aer sau alt agent de gazificare.

Acesta întîlnește în calea sa stratul de combustibil încărcat cu ajutorul unui dispozitiv special, în scopul obținerii unei afinări optime, au loc reacțiile de gazificare, și apoi, prin spațiul liber de deasupra și prin conducta de evacuare, gazul este debitat în rețea.

Pe o cale oarecare, se evacuează la partea de jos ceea ce rămîne din combustibil — zgura, — mai ales în stare solidă la gazogenele de tip mai vechi, topită la unele gazogene de tip nou, de productivitate mare.

Procesele chimice au loc în partea inferioară a gazogenului, gazele fierbinți pregătind materialul din coloană și supunîndu-l de sus în jos operațiilor de uscare și apoi semicocsificare și cocsificare, astfel încît, practic, de fiecare dată, oricare ar fi materialul încărcat în gazogen, gazificarea cu oxigen, aer și vapori de apă acționează asupra cocsului ajuns în zona inferioară a acestuia.

Evacuarea cenușii în stare solidă sau lichidă depinde de temperatura de topire a acesteia. În atmosfera reducătoare a gazogenelor, cenușa se topește de multe ori sub 900° C, temperatură ce este mult depășită în zona de reacție, astfel încît în aceste cazuri evacuarea cenușii în stare lichidă devine condiția esențială a unei bune funcționări a gazogenului.

Schema de mai sus este cea mai simplă și totodată cea mai potrivită pentru înțelegerea procesului de gazificare. Astăzi se lucrează cu multiple variante ale ei. Există gazogene cu circulație inversă a agentului de gazificare, gazogene care lucrează sub presiune etc.

Folosind drept agent de gazificare aerul, reacțiile ce au loc în zonă sînt :

$$C + \frac{1}{2} O = CO + 28\ 036 \text{ kcal/kmol în prima treaptă}$$

și $CO + \frac{1}{2} O_2 = CO_2 + 67\ 636$ kcal/kmol în a doua treaptă

În realitate, se obține întotdeauna un amestec al produselor de reacție din prima și a doua treaptă, după un echilibru stabilit de ecuația Boudouard :

$$CO_2 + C = 2\ CO + 39\ 600 \text{ k cal/k mol}$$

Punctul de echilibru al acestei ecuații (50% CO_2 și 50% CO) se află la temperatura de cca. 650° C. Sub această valoare, predomină dioxidul de carbon, iar peste ea, spre 1 000° C, predomină oxidul de carbon în compoziția gazului de gazogen. Deci, dirijînd regimul termic al gazogenului, tehnologii pot obține gazul la o compoziție apropiată de cea teoretică posibilă.

Teoretic posibilă, deoarece aerul nu conține numai oxigen, 79% din compoziția sa fiind reprezentată de azot, care, în procesul de gazificare, este pur și simplu un diluant inert al combustibilului gazos fabricat.

Compusul gazos purtător al energiei obținute din cărbune este oxidul de carbon. El arde la destinație după reacția din treapta a doua.

Datorită conținutului ridicat de azot în gazul de aer, acesta are o putere calorică mică și este denumit de multe ori și gaz „sărac".

La gazificarea combustibililor cu aer se obțin, prin prelucrarea unui kilogram de carbon, 5,38m^3 de gaz sărac, cu o putere calorică de cca. 1 000 kcal/Nm^3 (4 187 kJoule/Nm^3).

Volumul instalației depinde, evident, de concentrația elementului principal — carbonul — în combustibil. Gazogenele ce prelucrează turba vor fi mult mai volumi-

noase pentru realizarea aceleiași productivități decît cele care utilizează antracit sau cocs.

Gazul conține dioxid de carbon, oxid de carbon, azot și produși rezultați din pirogenarea cărbunilor, în cazul gazogenelor ce lucrează cu cărbuni mai tineri.

Gazogene de dimensiuni uriașe sînt binecunoscute în siderurgie. Furnalele, care astăzi depășesc ca volum util 2—3 000 m^3 *, sînt, în fond, — din punctul nostru de vedere — gigantice gazogene, unde o parte a oxidului de carbon este folosit la fața locului pentru reducerea minereului de fier. Gazul de furnal este un gaz sărac — de aer — cu o capacitate calorică de circa 900 kcal/Nm^3 (3 750 kJoule/Nm^3).

3 Mai complicat este procesul de gazificare atunci cînd se urmărește obținerea „gazului de apă". În acest caz, agentul purtător de oxigen este reprezentat prin vaporii de apă care, în contact cu carbonul combustibilului incandescent, se descompun după reacțiile :

$$C + H_2O = CO + H_2 - 28\,100 \text{ kcal/kmol}$$

$$C + H_2O = CO_2 + 2H_2 - 17\,800 \text{ kcal/kmol},$$

rezultînd un amestec de oxid de carbon, hidrogen și dioxid de carbon.

Aceste reacții au loc la temperaturi ridicate și cu consum de căldură, ducînd la răcirea rapidă a stratului de combustibil. În această situație este necesară reîncălzirea cocsului prin insuflarea în locul aburului a aerului.

În această a doua fază are loc arderea unei părți a carbonului conținut în combustibil, cu încălzirea acestuia, după care ciclul de gazificare cu vapori de apă este reînceput.

Se obține astfel un gaz combustibil prețios, mai ales prin compoziția sa chimică, cu o putere calorică de cca. 2 800 kcal/Nm^3 (11 800 kJoule/Nm^3), și zgura care se evacuează.

3 O a treia cale, de gazificare în vederea valorificării superioare a combustibililor, o constituie cea a fabricării gazului mixt.

* O știre de ultimă oră (februarie 1986) ne aduce la cunoștință realizarea unui furnal de 5 000 m^3.

Acest procedeu combină avantajele metodelor de obținere a gazului de aer și a gazului de apă, folosind ca agent de gazificare un amestec de vapori de apă și aer. Au loc în paralel — și concomitent — reacțiile exoterme, cu degajare de căldură, ale formării gazului de aer, cu cele endoterme, cu absorbție de căldură, ale formării gazului de apă.

Se evită funcționarea alternativă a gazogenului, ca în cazul fabricării gazului de apă, conducerea acestuia fiind astfel mult mai simplă. Prin variația proporției de aer în amestec se poate da agregatului regimul termic de lucru dorit. Gazul obținut are o putere calorică de cca. 1 780 kcal/Nm^3 (7 480 kJoule/Nm^3) și rezultă într-o cantitate de 4,5 m^3 pe kg de carbon gazificat.

Acest sistem de gazogene lucrează cu o valorificare maximă a energiei termice înmagazinate în combustibilul solid.

În ultima vreme au fost dezvoltate o serie întreagă de metode moderne de gazificare care, folosind principiile și avantajele procedeului „clasic", înlătură dezavantajele acestuia.

Insuflînd în gazogen aer îmbogățit cu oxigen se obține un gaz îmbogățit în oxid de carbon, datorită reducerii procentului de azot-balast, în aerul utilizat la gazificare.

Pe această cale se poate ajunge, în situația extremă a gazificării cu oxigen, la un gaz de putere calorică apropiată de cea a oxidului de carbon curat — 3 050 kcal/Nm^3 (12 860 kJoule/Nm^3), — deci cu 300% mai ridicată decît cea a gazului de aer obișnuit.

Avantaje similare prezintă utilizarea aerului îmbogățit cu oxigen la fabricarea gazului de apă sau mixt împreună cu aburul.

Dacă se lucrează cu un amestec de vapori de apă și oxigen se obține — teoretic — un gaz cu 66% oxid de carbon și 33% hidrogen, ceea ce înseamnă că gazul va avea o putere calorică ridicată și mai ales o compoziție chimică prețioasă pentru industriile de sinteze organice.

Lucrînd cu o presiune ridicată, gazogenele pentru fabricarea gazului de apă sau mixt pot produce astăzi gaz cu o putere calorică ridicată pînă la 4 200 kcal/Nm^3 (17 500. kJoule/Nm^3), prin formare de gaz metan din car-

bon și hidrogen sau oxid de carbon și hidrogen, cu eliminarea și a unei molecule de apă.

Mărunțul de cărbune, deșeurile, praful, inutilizabile altădată în procesul de gazificare pe cale obișnuită, nu mai sînt astăzi excluse de la această cale eficace de utilizare rațională a combustibilului.

Gazificarea în suspensie și în strat fluidizat sînt procedee moderne de mare productivitate, utilizate la gazificarea materialelor de granulație măruntă. Productivitatea unui astfel de gazogen este de 10—11 ori mai ridicată decît a unuia obișnuit de același diametru.

Printre procedeele moderne care urmăresc obținerea unui gaz combustibil se numără și gazificarea subterană.

Acest procedeu se utilizează în special în cazul zăcămintelor de cărbuni a căror exploatare este dificilă, costisitoare, sau al căror conținut de cenușă este prea ridicat, pentru a justifica extracția și apoi arderea în focare. Ideea acestei căi de valorificare a energiei înmagazinate în cărbuni a fost enunțată încă în anul 1888 de către Mendeleev. În principiu, metoda de lucru nu se deosebește de cea a unui gazogen clasic și constă în următoarele operații :

— delimitarea exactă a zăcămîntului ;
— forarea unor căi de acces ale aerului introdus în zăcămînt ;
— forarea unor puțuri de evacuare a gazului de aer format.

Se aprinde apoi, într-unul din capetele zăcămîntului, cărbunele, după care, prin insuflarea aerului, se obține în urma procesului de gazificare gaz sărac, captat la unul din puțurile forate pentru aceasta. Acest procedeu începe să fie utilizat din ce în ce mai mult în diferite țări, și aplicarea lui este în curs și la un zăcămînt de lignit din Oltenia.

Gazificarea constituie, deci, o cale eficientă, mai ales în cazul cărbunilor inferiori, de transformare a energiei calorice înmagazinate în combustibilul solid, greu de manipulat, pentru combustia căruia sînt necesare focare greoaie, într-o formă mult mai accesibilă și mai utilizabilă de combustibil și chiar materie primă.

Aceleași calități le prezintă gazele și la o scară mare — în industrie. Focare simple, ardere completă, curățenie și pierderi de căldură mici, iată cîteva din avantajele ce au impulsionat dezvoltarea industriei gazificării în țările lipsite de resurse naturale de gaz combustibil.

Ultimul cuvînt îl va spune și în această problemă viitorul. Rezervele de gaze naturale sînt mult mai reduse decît cele de cărbune, și destul de repede va veni vremea cînd metanul, materie primă prețioasă, va fi economisit și înlocuit în combustia menajeră și industrială cu alți purtători de energie, chiar și în țările în care astăzi această tehnologie de înnobilare a combustibililor inferiori este cunoscută doar din punct de vedere teoretic.

Tabelul nr. 15

Compoziția diferitelor gaze artificiale.

Denumirea	Compoziția chimică, %						
	CO_2+H_2S	O_2	CmH_{2n}	CO	H_2	CH_4	N_2
Gaz de semicarbonizare*	12—15	0,2—0,3	5—8	7—12	6—12	45—62	2—10
Gaz de cocserie*	2—3	0,7—1,2	1,6—2,3	4—8	53—60	19—25	7—13
Gaz de gazificare la presiune	2—4	0,2—0,3	0,5—0,7	14—22	54—58	16—20	2—6
Gaz de apă	5—7	0,1—0,2	—	47—52	47—52	0,3—0,6	2—6
Gaz de apă îmbogățit (O_2)	23—26	0,1—0,2	—	40—43	40—43	2—3	1—2
Gaz mixt	3—7	0,1—0,3	0,2—0,7	25—30	12—15	1,5—3	46—54
Gaz de aer	0,5—1,5	0,1—0,3	—	32—33	7—9	—	48—53
Gaz de furnal	7—14	0,1—0,3	—	26—31	1,5—3,5	0,1—0,8	58—60
Gaz de gazificare subterană	16—22	0,1—0,3	—	5—10	17—25	0,8—1	47—53

* Spre comparație

Dar gazul de gazogen nu este numai un combustibil, el este de multe ori, alături de gazul de cocs, o sursă prețioasă de materie primă pentru industria chimică de sinteză.

În tabelul anterior sînt date compozițiile procentuale ale cîtorva dintre gazele de „gazificare". Prezența hidrogenului alături de oxidul de carbon sugerează ideea sintezelor de hidrocarburi, iar cea a azotului, alături de hidrogen, cea a sintezei de amoniac.

Caracteristic pentru toate gazele combustibile rezultate la gazificarea cărbunilor este conținutul lor de oxid de carbon, care, după cum știm, este toxic. Pentru a evita accidentele ce se pot ivi la utilizarea acestora, în combustia menajeră este necesară înlocuirea oxidului de carbon cu un alt component, netoxic, fără a micșora calitățile gazului. Aceasta se realizează prin așa-numita „conversie", operație relativ simplă și care constă în trecerea amestecului de vapori de apă și gaz, la circa 500°C, peste un catalizator.

Conform reacției

$$CO + H_2O = CO_2 + H_2 + 10\,300 \text{ kcal/kmol}$$

are loc transformarea oxidului de carbon toxic în dioxid de carbon inofensiv.

Analiza unui gaz luat ca exemplu se schimbă după cum urmează :

Tabelul nr. 16

Component	înainte de conversie, %	după conversie %
CO_2	2,8	13,3
CnH_2N	1,7	1,8
O_2	0,6	0,2
CO	21,4	1,0
H_2	53,8	63,3
CH_4	14,7	17,5
N_2	5,0	2,9
Putere calorică kcal/Nm³	4 300	4 200
kJoule/Nm³	18 100	17 750

Pentru a obține gaze combustibile potrivite pentru sinteză, gazul brut este supus unor operații ce urmăresc schimbarea compoziției sale prin :

— eliminarea dioxidului de carbon — realizată fie prin spălarea cu apă a gazului, cînd acesta se dizolvă pur și simplu, fie prin spălarea sa alcalină, dioxidul de carbon fixîndu-se cu formarea de carbonați. Se îndepărtează astfel și hidrogenul sulfurat, existent în gaz, toxic puternic pentru catalizatorii de sinteză ;

— eliminarea oxidului de carbon — se realizează prin răcirea pînă la lichefiere a gazului și apoi fracționarea sa. Procedeul este foarte răspîndit în special în instalațiile de sinteză ale amoniacului din gazul de cocserie. Aceasta mai ales pentru că compoziția amestecului astfel prelucrat este exact cea necesară sintezei amoniacului. Țările care au alte resurse de hidrogen nu folosesc respectivul procedeu, ceea ce nu înseamnă că importanța sa este diminuată. Este tot o problemă a viitorului, care va arăta dacă combustibilul solid al scoarței va trebui să completeze golurile ce rămîn în urma epuizării zăcămintelor de gaze naturale combustibile.

Prin disocierea termică la temperatura înaltă a metanului conținut în gazele de pirogenare se obține un amestec de oxid de carbon și hidrogen, ca și la unele procese de gazificare a cărbunilor, și acest amestec poate fi utilizat ca materie primă în sintezele Fischer-Tropsch de fabricare a produselor petroliere.

Cine și-ar mai putea imagina viața, tehnica secolului nostru fără motoarele cu explozie, fără automobilele de toate tipurile ?

Ce ar însemna lipsa mijloacelor rapide de locomoție, pe pămînt, a avioanelor în aer, și chiar a rachetelor, în spațiul cosmic ?

Această lume de roboți harnici care, în agricultură, uzină și viața de toate zilele, sînt în serviciul omului are însă o pretenție : să fie hrănită cu benzină, motorine, uleiuri, păcură, ori chiar hidrogen, în funcție de tipul și de mărimea motoarelor în lucru.

Dar nu numai atît; uleiurile, vaselinele sînt aşteptate de electromotoare, de clasicele maşini cu abur şi de orice mecanism în mişcare, de la ceasuri cît un nasture, la prese gigantice, ce pot umple o hală, maşini unelte etc.

Natura nu a fost prea darnică la înzestrarea cu materie primă pentru fabricarea acestor preţioşi combustibili şi lubrefianţi. Ţările producătoare de produse petroliere sînt în număr destul de redus, iar cererea mare a acestora a dus repede la crearea unei dependenţe a consumatorilor de producătorii de ţiţei şi de derivate ale acestuia, mai ales în urma celor două mari crize petroliere.

Mintea atît de inventivă a omului a căutat o ieşire şi din această situaţie — compararea analizelor elementare a gamei de combustibili disponibili a arătat, calea de rezolvare a deficitului de produse petroliere. Hidrogenarea destructivă a combustibililor — cărbunilor — cu compoziţia adecvată acestui proces tehnologic a reprezentat soluţia aplicată în practică.

Se observă, fără a fi specialist în probleme de combustibili, diferenţa dintre compoziţia materiilor prime şi ale produselor finite.

Primele instalaţii industriale de hidrogenare în vederea obţinerii ţiţeiului artificial au funcţionat în Germania, în perioada interbelică, deoarece criza de combustibili pentru motoare era deosebit de acută, mai ales, datorită intenţiilor războinice ale acesteia.

Hidrogenarea cărbunilor nu mai prezintă astăzi importanţă pe plan mondial, dar tehnologia elaborată a început să fie folosită şi aplicată pe scară largă peste tot unde, prin îmbunătăţirea raportului hidrogen-carbon, se pot recupera deşeşuri preţioase din industria petrolieră sau de prelucrare a cărbunilor.

Hidrogenarea catalitică sub presiune înseamnă transformarea unei substanţe solide sau lichide, în contact cu hidrogenul gazos sau dintr-un „donor de hidrogen", în prezenţa unor catalizatori la temperaturi ridicate şi presiuni între 10—1 000 atm.

S-au folosit ca materii prime, iniţial, cărbunii şi extracte de cărbuni, iar astăzi se înnobilează pe această

cale gudroanele de semicarbonizare, uleiurile din gudroane, reziduurile de cracare, țițeiuri cu compoziție necorespunzătoare și bitumurile din șisturi sau roci bituminoase.

Hidrogenul necesar procesului este furnizat de gazul de cocserie, gazul de apă etc., sau de instalații de conversie a metanului.

Purtătorii de hidrogen lichizi sînt fracțiuni intermediare care se recirculă și care, în cursul reacției, cedează hidrogen.

O problemă deosebită a constituit-o găsirea catalizatorilor potriviți acestor sinteze. Zeci de ani s-a considerat că ele nu vor putea fi efectuate niciodată datorită prezenței sulfului și a compușilor cu sulf în produsele de hidrogenare, ce erau considerați toxici pentru orice fel de catalizator.

Cercetările efectuate au revoluționat această concepție prin descoperirea catalizatorilor de wolfram și molibden pe suport de hidroxizi de fier și aluminiu. Aceștia nu numai că nu sînt influențați de acțiunea compușilor cu sulf, dar permit o dirijare a reacțiilor de hidrogenare în sensul obținerii unor produși cu mărimea moleculelor dorită — gazoși sau lichizi.

Cu această descoperire, căile aplicării industriale a hidrogenării au fost deschise.

În principiu, la obținerea țițeiului și a benzinei artificiale se lucrează pe două căi.

Prima cale constă într-o hidrogenare în două trepte a combustibililor solizi — și ne referim la materia primă pe care am urmărit-o pe întregul parcurs al lucrării.

Cărbunele măcinat sub 5 mm este agitat cu o fracțiune de ulei rezidual pînă se creează o „suspensie". Se adaugă catalizatorul, iar apoi amestecul este încălzit la temperatura și presiunea de reacție în contact cu hidrogenul.

Cărbunele solid se transformă în acest proces, datorită ruperii macromoleculelor sale și a saturării lor parțiale cu hidrogen, într-un produs lichid asemănător țițeiului brut. Acesta este „țițeiul artificial" sau, cum i se mai zice — greșit —, „benzina sintetică".

Prin extracție sau distilare fracționată se separă din amestecul brut format un ulei ușor, uleiul greu care se recirculă și prețiosul catalizator, regenerat și apoi recirculat și el.

Uleiul ușor își continuă drumul în instalație, este evaporat și trecut apoi în fază gazoasă peste catalizator, în condițiile de reacție cu hidrogenul. Aceasta constituie cea de a doua fază a procesului de hidrogenare — faza gazoasă. Se obține, în final, un gaz combustibil, benzine și uleiuri care, rafinate, cu însușiri asemănătoare cu acelea ale produselor obținute pe calea mult mai simplă a distilării țițeiurilor naturale.

În tabelul de mai jos se găsesc randamentele în produse, obținute în complicatul proces de hidrogenare a unor huile, gudroane și a unor reziduuri de țiței.

Tabelul nr. 17

Diferite randamente de hidrogenare

Produsul	Materie primă		
	Reziduuri de țiței	Huilă	Gudron
Gaz combustibil	21,27	21,65	22,5
Gaz lichefiabil	8,90	11,25	2,0
Benzine și uleiuri	64,50	70,00	57,00
Cocs	—	—	16,5
Hidrogen sulfurat	1,21	0,6	(—)
Apă	7,60	1,6	(—)
Fenoli	1,59	—	(—)

O altă cale de fabricare, prin sinteză *, a înlocuitorilor de produse petroliere pleacă, tocmai pentru a înlocui presupușii compuși toxici ai catalizatorilor, de la gazificarea cărbunilor. Se obține, în principiu, printr-una din căile cunoscute, un gaz în a cărui compoziție — raportul oxid de carbon/hidrogen — este de 1 : 1. Din acest gaz se îndepărtează prin spălare hidrogenul sulfurat. Apoi, prin trecerea sa la temperatură și sub presiune

* De astă dată, chiar „sinteză".

peste catalizatori — ficși sau în strat fluidizat — se obține un amestec de hidrocarburi care, după fracționare, pot fi utilizate în locul produselor petroliere.

După cataliză, produsul poate conține de exemplu :

— gaze	10%
— benzine	28%
— lampant	27%
— motorină	10%
— cerezină	15%

Prin hidrogenarea pe această cale, indirectă, a unei tone de cărbune, se pot obține pînă la 650 kg de benzină și circa 160 kg hidrocarburi gazoase lichefiabile.

Dirijarea parametrilor de hidrogenare — a timpului de contact, de exemplu, — permite obținerea unor compuși mai grei sau mai ușori, după necesități. Toate aceste tehnici — abandonate în perioada euforiei țițeiului ieftin — au fost reluate și sînt în curs diferite studii de dezvoltare în unele din cele mai mari țări industrializate de pe glob.

„Piatra care arde", cărbunele, nu este numai un combustibil, el este și o resursă alternativă de energie înmagazinată în compuși gazoși sau lichizi, reprezentînd o importantă materie primă pentru două ramuri industriale de bază în economia unei țări : siderurgia și industria de sinteză organică, pe lîngă uriașele cantități consumate în industria energetică, drept combustibil la producerea energiei electrice.

Dar prin această enumerare, nici consumatorii de cărbune și nici ramurile în care el sau produsele sale sînt materii prime prețioase nu sînt epuizate.

Studierea structurii cărbunilor, această problemă care nici astăzi nu este complet rezolvată, a determinat pe cercetători să efectueze tot felul de analize și determinări asupra acestora.

Unele dintre ele, extracțiile cu diferiți solvenți, au arătat că, în cărbune, o parte din masa organică se transformă la cald în compuși solubili în solvenții folosiți. A fost creată chiar o teorie menită să explice procesul de cocsificare prin existența acestor fracțiuni „de bitumene", cum erau ele denumite.

Și cum știința și tehnica merg mînă în mînă, de la această descoperire și pînă la prelucrarea tehnică a cărbunelui cu solvenți în vederea obținerii extractelor nu a fost mult.

Pentru această operație sînt adecvați în special cărbunii „tineri" : turbele, cărbunii bruni, unele huile care se dizolvă, în anumite condiții, aproape integral în solvenți.

Dintre solvenții tehnici utilizați cel mai des sînt chiar o parte din produsele obținute în proces. Extracția se face la presiuni mari și temperaturi de 300—400°C, obținîndu-se randamente de extracție ce depășesc triplu sau chiar de patru ori randamentele de gudron de la semicarbonizare.

Procesul este complex și implică o distrugere a macromoleculei de cărbune, de fapt o hidrogenare destructivă, deoarece solventul hidrogenat în faza anterioară cedează din atomii proprii de hidrogen și se transformă, împreună cu cărbunele, într-un amestec complex de țiței artificial.

Prin filtrare se separă reziduul, polimerii sau acizii humici și cenușa din soluție, după care, prin distilare sau altfel, se separă solventul de materialul hidrogenat. După regenerarea fracțiunii de solvent folosite pentru hidrogenare, aceasta reintră în circuitul tehnologic.

Produsul obținut, un lichid asemănător gudronului de semicarbonizare, este deosebit de potrivit hidrogenării catalitice pe calea arătată anterior, din el obținîndu-se, cu randamente mari, produse similare celor rezultate la prelucrarea țițeiului.

În unele țări s-a dezvoltat, bazată pe extracția cu solvent a cărbunilor, și o altă ramură industrială, cea a așa-zisei „ceri montane". Ce este aceasta ?

Prin extracția unui anumit cărbune brun, cu un amestec de alcool și benzen, la cald, se obține, după îndepărtarea prin distilare a solventului, un amestec de ceruri și acizi grași solizi.

Produsul este de culoare brună, mai închisă sau deschisă, în funcție de cît de brutală a fost extracția.

El poate fi la rîndul său separat, prin extracție, distilat sub vid sau la presiune atmosferică și atunci se obține din „piatra care arde" ceară, parafină, utilizate de

obicei în industria bunurilor de consum, la fabricarea diferitelor creme sau ceruri pentru parchet, creme de ghete sau alte scopuri.

Mai interesantă, pentru că este mai rentabilă, este aplicarea acestei tehnologii de prelucrare la valorificarea șisturilor și nisipurilor bituminoase cu un conținut de cel puțin 7—8% materiale organice extractibile. Sub această valoare, se trece la folosirea lor directă în termocentrale.

Atît prin cocsificare, cît și prin semicarbonizarea cărbunilor, prin hidrogenare sau sinteze de produse din gaze, ca și de la extracția cărbunilor se obțin fracțiuni care, datorită conținutului lor ridicat de carbon, a gradului mare de nesaturare, se utilizează curent la fabricarea negrului de fum.

Negrul de fum, pe care părinții și bunicii noștri erau nevoiți să-l curețe în fiecare an din coșul sobelor, cînd este fabricat în condiții deosebite, devine un produs de preț al industriei chimice.

Pe lista mărfurilor exportate de țara noastră, această „funingine" deține un loc constant și nu tocmai în coada clasamentului produselor cerute peste hotare.

Dar ce este acest negru de fum? Cum se fabrică el și, dacă este un produs de preț, la ce folosește? Sînt întrebările imediate și îndreptățite pe care și le pune oricine după această introducere.

De fapt, negrul de fum este carbon — o formă deosebită a carbonului, a elementului carbon, nu a cărbunelui!

Diamantul, grafitul și carbonul amorf sînt cele trei forme de existență a carbonului.

Evident, negrul de fum, care nu este nici diamant și nu poate fi confundat nici cu forma grafitică a carbonului, reprezintă tocmai cea de a treia stare alotropă a acestuia.

Fabricarea lui este aparent simplă și constă în principiu din combustia gazului metan, a fracțiunilor de uleiuri sau a oricăror hidrocarburi cu cantități insuficiente de oxigen. Se formează, în acest caz, produse de ardere incompletă a căror căldură de formare întreține în continuare procesul de ardere. Particulele de carbon se aglomerează și alcătuiesc produsul numit în tehnică negru de fum.

Procedeul este doar „aparent“ simplu, pentru că, de fapt, de modul de conducere a combustiei, de construcție a focarelor, de sistemul de răcire a gazelor depinde calitatea negrului de fum obținut, întregul proces necesitînd o supraveghere atentă, mai ales că, contrar principiilor de lucru ale tuturor focarelor, în care se urmărește arderea cît mai completă, aici se vizează „nearderea“ combustibilului.

Apoi urmează separarea negrului de fum din gazele de ardere. Cîte dificultăți nu ridică această problemă! Cicloanele, electrofiltrele, filtre cu saci și alte instalații de desprăfuire capitulează de multe ori în fața îndărătniciei granulelor fine de negru de fum, care reușesc să scape de dispozitivele de captare și impurifică atmosfera din jurul secțiilor productive.

Negrul de fum se folosește, separat pe granulații, în principal la fabricarea cauciucului. Amestecat, împreună cu alți ingredienți, în malaxoare puternice cu masa care va deveni anvelope, sau alte produse de cauciuc cunoscute, el este unul din elementele care dau cauciucului însușirile prețioase pentru industrie și viața de toate zilele.

În afară de aceasta, el se mai utilizează la fabricarea unor tipuri de electrozi, a cernelurilor tipografice, a vopselelor etc., ba chiar și la fabricarea anumitor feluri de coloranți.

Într-o formă oarecum asemănătoare cu cea din negrul de fum, și anume în stare amorfă, se găsește carbonul și în cărbunele activ.

Cărbunele activ este un material pe care numai denumirea, culoarea și conținutul de carbon îl aseamănă cu cărbunele propriu-zis, și se poate afirma pe bună dreptate că denumirea de „cărbune“ încetățenită pentru acest produs este cu totul improprie.

Cărbunele activ nu se extrage din nici un zăcămînt și nici nu se formează în scoarța terestră în timp, așa cum se întîmplă cu cărbunii „cărbuni“.

Pentru că locul său în industrie este totuși important și pentru că este un material care, datorită conținutului ridicat de carbon, face parte din categoria produselor legate — deși indirect — de chimia „carbonu-

lui", îi vom consacra în cadrul acestui capitol cîteva rînduri.

Produsul obișnuit — cărbunele activ tehnic — se găsește de obicei granulat sub formă de bastonașe cu diametrul de cîțiva milimetri, de culoare neagră mată, sau sub formă de praf.

Ne surprinde în primul rînd greutatea extrem de mică pe care o au acestea. Apoi constatăm repede, după culoarea mîinilor, că produsul are o rezistență mecanică relativ scăzută, se prăfuiește și lasă urme negre.

Însușirea care îl face atît de prețuit este marea sa porozitate ce atinge 66% din volumul unei bucăți de cărbune activ. Deci 66% din volum reprezintă goluri sub formă de pori extrem de mici, de la 0,6—200 microni, pe de o parte, și „activitatea" mare a acestor pori pe de altă parte. Suprafața mare a porilor conferă cărbunelui activ însușirea de a adsorbi, de a fixa temporar, mai mult sau mai puțin trainic, moleculele substanțelor volatile și coloranților care ajung în contact cu ea. Porozitatea extrem de ridicată mărește valoarea acestei însușiri deoarece unei porozități ridicate îi corespunde și o suprafață activă mărită care ajunge la 650—1 250 m^2 la fiecare gram de cărbune activ.

Fabricarea cărbunelui activ se face din materii prime cu structură poroasă, cu conținut ridicat de carbon. Se folosește de obicei mangal și rareori semicocsul obținut din cărbune brun sau huile necocsificabile.

Materia primă fin măcinată este amestecată cu „activanți" — săruri și un liant — și apoi presată în forma dorită. Bucățelele de material astfel obținut sînt tratate la temperaturi ridicate cu aburi, cînd activanții adăugați, pe o parte, și gazificarea parțială, pe de altă parte, asigură granulelor însușirile dorite din punctul de vedere al porozității și al activității. Pînă în momentul utilizării, cărbunele activ suportă diferite manipulări, iar la folosire este supus șocurilor termice, de aceea i se cere o rezistență mecanică care să împiedice degradarea rapidă a maselor adsorbante constituente.

Toate aceste însușiri sînt greu de împăcat și dau probleme multiple tehnologilor care îl fabrică.

Cărbunele activ se folosește, în principiu, ca masă adsorbantă peste tot unde trebuie fixați vaporii de produse foarte volatile, la decolorarea diverselor soluții și altele. El se utilizează la desbenzinarea gazelor de sondă, recuperarea solvenților sau a fracțiunilor volatile, la decolorarea diverselor produse, ca dezodorizant și decolorant în diferite industrii.

Una dintre întrebuințările care a dus la salvarea vieții a milioane de oameni este cea din cartușele măștilor de gaze. Fie că ele sînt folosite în război, fie că protejează muncitorii uzinelor chimice împotriva efectului gazelor toxice, cartușele conținînd cărbune activ asigură celui ce poartă masca aerul curat necesar respirației.

Și apoi, să nu uităm că și în medicină cărbunele activ sau unele forme de cărbune activ sînt apreciate. Pastilat, poate fi cumpărat, de exemplu, sub forma diferitelor „carbo-medicinalis", obținut adesea din carbonizarea sîngelui sau a altor produse animale.

O altă industrie care utilizează produse fabricate pe bază de cărbune sau derivați cu conținut ridicat de carbon este industria electrotehnică.

Folosirea materialelor carbonice în respectiva industrie se bazează pe conductibilitatea electrică ridicată a acestora, combinată cu alte însușiri specifice fiecărei utilizări.

Se fabrică din mase carbonice conductori electrici, contacte electrice, periile de la motoarele electrice, precum și electrozii subțiri care, cu lumina arcului electric, au creat condițiile materiale pentru apariția celei de a șaptea arte, arta umbrelor mișcătoare : cinematograful.

Dar acestea nu sînt, ca să zicem așa, decît miniaturile produselor carbonice.

În cuptoarele electrice de mare capacitate din oțelării, fierul vechi și fonta solidă sînt topite în vederea elaborării oțelului în cuptoare cu o capacitate de zeci de tone, datorită căldurii pe care o degajă un arc voltaic uriaș format între trei electrozi siderurgici, cu diametre ce pot atinge chiar 600 mm, și încărcătura metalică. Se realizează topirea rapidă a șarjei și se creează condițiile alierii oțelului cu diferite elemente, a dotării lui cu însușiri mecanice deosebite.

Arcuri electrice nu mai puțin impresionante furnizează căldura necesară reacțiilor de formare a carbidului, în acest caz folosindu-se așa-zișii electrozi continui Söderberg, a căror secțiune atinge uneori metri pătrați.

Rezistența electrică a băii aflate între electrozi și cuvă este aceea care determină transformarea energiei electrice în energia termică necesară topirii și desfășurării reacțiilor de fabricare a aluminiului prin electroliza criolitului topit. Electrozii, de data aceasta, deoarece se lucrează în curent continuu și sînt legați la polul pozitiv, poartă denumirea de „anozi", iar pereții cuvei — legați la polul negativ — sînt zidiți din „blocuri catodice". Anozii se fabrică din mase carbonice, respectiv cocs petrol calcinat, de granulație fină, cu puritate ridicată și smoală și au o greutate de cca. 250 kg/buc. Pentru a ne forma o imagine în legătură cu necesarul de astfel de anozi este suficient să amintim că într-o cuvă sînt montați 12 anozi, iar într-o uzină de aluminiu lucrează sute de astfel de cuve.

Dar masele carbonice nu au numai însușiri bune conducătoare de electricitate, ci sînt și tot atît de bune conducătoare de căldură, sînt compacte și mai ales inerte la acțiunea unor serii de agenți chimici.

Aceste însușiri au dus la utilizarea lor mai ales sub formă de căptușeli ale utilajelor moderne supuse la mari solicitări termice.

Din masă carbonică coaptă și apoi prelucrată prin frezare se obțin blocuri de cîteva tone, din care se execută căptușeala cuvei și a creuzetului furnalelor. Masa carbonică poate fi de asemenea bătută și modelată chiar la fața locului în forma cerută.

Prin coacerea și apoi grafitarea sa, masa devine impermeabilă, eliminîndu-se rosturile prin care ar putea pătrunde fonta, așa cum se întîmplă uneori în cazul cărămizilor zidite, și, datorită conductibilității termice ridicate, la suprafața ei se formează repede un blindaj de fontă răcită și solidificată ce apără masa carbonică de eroziune și solicitări mecanice.

Și, după cum am văzut mai sus, cuvele de electroliză a aluminiului se căptușesc și ele cu blocuri din masa

carbonică, datorită atît însușirilor refractare (masa carbonică, practic, nu poate fi topită), cît și a celor electrice.

Se mai pot pomeni aici o serie întreagă de vase de reacție, creuzete, utilizate în metalurgia neferoasă și industria chimică, care toate sînt confecționate din mase refractare carbonice.

În ultima vreme și-au creat drum în industria refractară cărămizile cu conținut de carbon provenit dintr-un adaos de cocs sau grafit. Porozitatea redusă și refractaritatea ridicată sînt calități apreciate ce vor duce la aplicarea tot mai mare a acestor produse în siderurgie.

Industria chimică folosește pentru căptușeli deosebit de inerte plăci a căror glazurare se poate face de asemenea cu compoziții conținînd materiale carbonice.

Cel puțin tot de o importanță egală cu cea a produselor mai sus menționate este și utilizarea electrozilor — în electrochimie.

De la minusculii electrozi ai bateriilor de lanternă sau a aparatelor de radio cu tranzistori la electrozii utilizați în cuvele de electroliză ale industriei clorosodice, electrochimia este un consumator serios de produse carbonice.

Interesează aici în mod deosebit conductibilitatea electrică și rezistența la acțiunea agenților chimici, o porozitate cît mai redusă și rezistența mecanică ridicată a electrozilor.

Descrierea tehnologiei de fabricație a produselor destinate multiplelor utilizări enumerate mai sus nu este posibilă și nici necesară în cadrul lucrării de față. Vom încerca totuși, într-un mod care să fie accesibil cititorilor, să trecem în revistă în general tehnologia lor de fabricație, fără a insista asupra amănuntelor.

Materiile prime pentru toate categoriile de produse de acest fel au o caracteristică comună — un conținut cît mai ridicat de carbon, cît mai scăzut de cenușă și de materii volatile. Se folosesc cocsul de smoală, cocsul de petrol, antracitul, uneori cocsul de furnal, iar pentru mase speciale și produse fine grafitul și negrul de fum, care toate se leagă, bineînțeles, cu smoală de cocserie.

Tabelul nr. 18

Caracteristicile materiilor prime folosite la fabricarea produselor carbonice (electrozi, anozi, masă anodică, etc).

Materia primă	Umiditate %	Cenuşă %	Volatile %
Cocs petrol desgazat	0	0,7	1,5
Cocs de smoală	0	0,4	1,0
Antracit desgazat	0	4—7	1—1,5
Smoală	0	0,3	60,0

Materialele care mai conţin substanţe volatile sînt încălzite în cuptoare speciale la 1 200°C pentru desgazare. Acum materia primă este aptă a intra în fluxul de pregătire. Aici ea este concasată, apoi măcinată în mori cu valţuri şi în final în mori cu bile, obţinîndu-se, prin ciuruiri şi separări pneumatice, fracţiuni granulometrice, de la cîţiva milimetri la zeci de microni (pudră). Aceste fracţiuni sînt dozate cu precizie, în vederea obţinerii unui amestec cu densitate maximă. Aceasta înseamnă că în amestec trebuie să existe din fiecare fracţiune granulometrică exact atîta cît este necesar pentru a umple golurile rămase între granulele fracţiunii superioare.

Amestecului amintit i se adaogă un liant, de obicei smoala de cocserie, deoarece aceasta are însuşirea de a se transforma prin descompunerea sa termică într-un reziduu de cocs cu rezistenţă mecanică ridicată, ce rămîne în produs, în timp ce volatilele se degajă.

Fracţiile granulometrice şi smoala sînt bine amestecate, încălzite la temperaturi mai mari decît punctul de înmuiere al smoalei şi apoi malaxate. De buna omogenizare a liantului cu granulele cocsului depind în bună măsură însuşirile produsului fabricat.

Masa caldă este apoi presată în prese hidraulice la sute de atmosfere, în vederea modelării, formării produselor, concomitent cu îndesarea lor maximă sau turnarea în calupuri, cum se procedează în cazul maselor refractare şi a electrozilor Söderberg.

Deoarece electrozii de toate felurile trebuie să fie practic inerți, deci să nu conțină substanțe volatile, presării îi urmează procesul de coacere cînd, după un grafic anumit, aceștia se încălzesc lent și cu grijă, împachetați în mărunt de cocs, în cuptoare din zidărie refractară, la temperaturi de circa 1 000°C și chiar peste, după un grafic urmărit cu deosebită atenție.

Porozitatea electrozilor astfel fabricați depășește, în cazul electrozilor electrochimici, valorile admise. De aceea, prin înmuiere în smoală topită, se urmărește îmbibarea porilor cu liant, după care, printr-o nouă coacere, se obține o reducere considerabilă a porozității lor.

În principiu, coacerii îi urmează o prelucrare mecanică prin strunjire, urmărindu-se cu această ocazie și confecționarea pieselor de legătură (nipluri).

De obicei, electrozii siderurgici sînt supuși apoi grafitării artificiale, în vederea ridicării conductibilității lor electrice. Pentru aceasta, ei sînt încărcați în cuptoare speciale, împachetate cu material grafitat din ciclurile anterioare și alte materiale izolatoare. Încălzirea are loc în urma efectului termic al curentului electric ce trece prin electrozi, la o intensitate reglată corespunzător. În acest fel, în cca. 10 zile se atinge temperatura de grafitare de cca. 2 300°C, cînd are loc o restructurare în rețeaua cristalină a carbonului, aceasta transformîndu-se în grafit. Ori grafitul este unul dintre materialele bune conducătoare de electricitate, prezența sa în electrozi conferindu-le și acestora o parte a însușirilor sale.

După descărcare, și acești electrozi sînt strunjiți pentru obținerea dimensiunilor dorite.

Mai simplu se prepară masele carbonice pentru electrozi continui Söderberg. Ele conțin, de obicei, ceva mai mult liant decît rețetele de electrozi grafitați. Această masă se livrează în calupuri și este adăugată la locul de utilizare pentru completarea electrozilor continui, pe măsura consumării lor. Coacerea se face aici direct în electrodul care coboară într-o cămașă metalică, la căldura transmisă din zonele inferioare în care se formează arcul electric între electrod și încărcătura cuptoarelor.

Masele de căptușire sînt livrate în calupuri, încălzite la locul de utilizare la cca. 90° și apoi bătute și modelate după necesitate.

Produsele carbonice utilizate în electronică, electrotermie, electrochimie, metalurgie sînt, în general, datorită operațiilor multiple la care sînt supuse pînă la obținerea produsului finit, produse scumpe, cu un preț de cost ridicat.

Procurarea lor din import, este, de aceea, dezavantajoasă, cu atît mai mult cu cît producătorii lor sînt în număr restrîns și dictează prețurile pe piața mondială.

Țara noastră, bogată în baza de materie primă pentru fabricarea acestor produse, și-a dezvoltat încă din primii ani ai puterii socialiste producția proprie de electrozi la Carbochim Cluj-Napoca. Ritmul accelerat de industrializare a determinat creșterea necesarului, astfel încît unitățile existente au fost completate cu o nouă secție modernă de fabricare a anozilor destinați elaborării aluminiului în cadrul uzinelor de la Slatina. Pentru acoperirea integrală a necesarului intern și crearea unor disponibilități pentru export s-a înființat apoi unitatea de producție specializată de la Slatina.

Acesta este încă un exemplu al politicii de industrializare a partidului nostru, care urmărește valorificarea maximă a resurselor de materie primă existente în țară.

Și în alte industrii cocsul este un material auxiliar prețios.

Astfel, în absența oxigenului, cocsul este extrem de rezistent, indiferent de temperatura de lucru, la acțiunea majorității agenților chimici.

De aceea, cocsul poate fi utilizat ca material de umplutură a turnurilor de spălare, a captatoarelor de stropi, a diverselor filtre utilizate în industria chimică.

Porozitatea ridicată îi dă însușiri apreciate în instalațiile de filtrare a apei, a compușilor chimici sau a produselor finite.

Industria zahărului este, ca și cea a sodei, consumatoare de cocs. Acesta este folosit la arderea varului și producerea dioxidului de carbon necesar pentru extragerea și rafinarea zahărului din sfeclă, respectiv la obținerea sodei din sare.

Un adaus de cocs la materialele refractare — utilizate la fabricarea cărămizilor, a creuzetelor sau a altor

vase industriale — le conferă acestora însușiri superioare, durabilitate ridicată și rezistență mărită, ceea ce face ca și în această ramură, în țările cu un nivel înalt al producției industriale, cocsul să fie mult folosit.

Din cărbune — și uneori din produsele obținute din țiței — se fabrică grafitul de înaltă puritate folosit ca încetinitor în reactoarele atomice.

Obținerea unui astfel de grafit — al cărui conținut de cenușă trebuie să fie extrem de redus — se face prin încălzirea cocsului cu conținut redus de cenușă la temperaturi în jurul a 3 000°C.

O parte a componentelor cenușii rămase, de exemplu carburile de Si, Ca, Al, se descompun și se volatilizează la temperatura ridicată a grafitării. Altele, cum ar fi compușii titanului, ai borului și vanadiului, trebuie îndepărtate prin clorurare sau fluorurare la temperaturi mari.

Grafitul obținut îl depășește pe cel natural ca puritate și poate fi utilizat în tehnica nucleară și la fabricarea semiconductorilor.

Apele care rezultă la cocsificare, concomitent cu celelalte produse volatile, ridică, din punctul de vedere al epurării, o mulțime de probleme, care sînt numai în parte rezolvate.

Ele conțin amoniac, fenoli, hidrogen sulfurat și acid cianhidric, compuși toxici pentru fauna rîurilor în care sînt deversate împreună cu alte ape reziduale. De aceea, normele sanitare sînt foarte severe și impun construcția unor instalații corespunzătoare de epurare.

Amoniacul este, în general, ușor recuperabil, uzinele moderne lucrînd după scheme tehnologice bine puse la punct, și în general pe principiul concentrării apelor prin recirculare, urmată de îndepărtarea și volatilizarea amoniacului prin disocierea compușilor în care se află. Amoniacul, captat sub formă de sulfat de amoniu, este utilizat ca îngrășământ agricol, iar apele amoniacale sînt folosite în industria sodei, ambele contribuind la scăderea prețului de cost al cocsului.

Mai dificilă și costisitoare — în general nerentabilă din punct de vedere economic, însă obligatorie din punct de vedere sanitar — este îndepărtarea fenolului din apele reziduale.

În prezent, această operație se realizează prin distrugerea pe cale biochimică, prin oxidare, de către culturi de bacterii specifice, în bazine mari prevăzute cu aerare și agitare. (Acest fel de epurare a apelor de produse carbonice sau petrochimice, a dat ideea creșterii unor culturi de bacterii — sursă primară de proteine — ca o nouă posibilitate de a mări producția alimentară, pe diferite medii conținînd substanțe derivate din țiței și cărbune.)

Interesantă este preocuparea cercetărilor pentru recuperarea germaniului din apele pirogenetice. El provine din cărbuni, care îl conțin în cantități infime — dar mai mari ca alte resurse — și de unde, prin volatilizare, trece în apele de cocsificare. Cererile crescînde de germaniu, determinate de dezvoltarea industriei tranzistoarelor produse din acest metal, a dat, la un moment anume, impuls punerii la punct a instalațiilor capabile să-l recupereze din apele reziduale.

Prin recircularea apelor reziduale sau folosirea lor rațională, prin instalații complexe de decantare, epurare biologică sau pe alte căi, se luptă împotriva impurificării apelor, rîurilor, cu produse toxice.

În prezent, se duce o luptă hotărîtă, la nivel mondial pentru a împiedica aceste situații. Apa și aerul curat sînt elemente indispensabile vieții locuitorilor satelor și orașelor. Cei care mai posedă astăzi aceste bogății iau măsuri pentru păstrarea lor, restul țărilor căutînd, prin măsuri drastice, să reducă pînă la valori normale poluarea rîurilor și a atmosferei.

Păsările cerului și peștii apelor trebuie să trăiască și în zonele în care se dezvoltă industrii bazate pe prelucrarea cărbunilor.

Capitolul VIII

PILELE DE COMBUSTIE ȘI ALTE PROBLEME DE VIITOR

Producerea electricității cu ajutorul pilelor galvanice folosește energia reacțiilor chimice în care are loc un schimb de electrozi de valență între două elemente. În această reacție, unul din elemente se oxidează iar celălalt se reduce. Oxidarea reprezintă o cedare de electroni de valență de pe orbita exterioară a atomilor, iar reducerea — o captare a unor electroni și legarea acestora pe orbita exterioară. Dacă cele două reacții (reducerea unui material și oxidarea celuilalt) sînt separate spațial și schimbul de electroni se face printr-un conductor metalic, acest transport se manifestă sub forma unei diferențe de potențial măsurabile și... utilizabile.

Reacția simplă de formare a acidului clorhidric se poate scrie fie direct:

$$Cl_2 + H_2 = H_2Cl,$$

fie desfășurat:

$$Cl_2 + 2e^- = 2\,Cl^- \quad \text{(reducere)}$$

și:

$$H_2 = 2H^+ + 2e^- \quad \text{(oxidare)},$$

iar desfășurarea acesteia se face în soluție apoasă de acid clorhidric pe electrozi de platină. La electrozii de clor apar ionii Cl^-, iar la electrodul de hidrogen de H^+, care provoacă prin descărcarea (respectiv încărcarea) lor pe electrozi diferența de potențial ce dă naștere curentului electric.

Dar fenomenul chimic la care reducerea și oxidarea se petrec în forma lor cea mai evidentă, este arderea. La orice combustie, participă oxigenul — oxidantul tipic — și un reducător, care cel mai adesea este reprezentat de

una din formele sub care se găsește în natură carbonul, reducătorul cel mai des folosit.

Această reacție se poate scrie în mod asemănător, fie direct :

$$C+O_2=CO_2,$$

fie desfășurat :

$$O_2+4e^-=2O^{2-} \quad \text{(reducere)}$$

și :

$$C=C^{4+}+4e^- \quad \text{(oxidare)}$$

Prin simplă similitudine, este ușor de conceput să se construiască o pilă în care reacțiile de reducere și oxidare, reacțiile redox, să se petreacă între un combustibil solid, lichid sau gazos și un oxidant, un comburant. În această pilă, combustibilul va ceda electronii și se va ioniza pozitiv, iar comburantul — de obicei oxigenul — captează electroni și se ionizează negativ.

La fel ca și în pilele galvanice obișnuite, cele două reacții de ionizare — reacții parțiale — se desfășoară la cei doi electrozi, care sînt separați spațial, așa încît la bornele lor apare o diferență de potențial.

Electronii eliberați din combustibil la oxidare

$$C=C^4+4e^-$$

prin ionizare trec prin electrozi și prin conductorul exterior la celălalt electrod, unde reduc comburantul, după reacția :

$$O_2+4e^-=2O^{2-},$$

care apare la catod sub formă de ioni. Acești ioni de comburant trec prin difuziune, prin electrolit sau printr-o membrană schimbătoare de ioni, la anod unde, reacționînd cu ionii pozitivi ai combustibilului, dau produsele obișnuite ale arderii :

$$C^4+2\,O^{2-}=CO_2$$

Evacuarea dioxidului de carbon format sau a azotului inert ce eventual însoțește oxigenul adus la catod se face

prin pereții electrodului, care sînt poroși. Se prevede construirea unor pile de combustibil la care să se utilizeze electrozi ce au pînă la 300 000 de pori de aceeași mărime pe 1 cm^2 de suprafață din secțiunea electrodului.

Deoarece realizarea unei pile de combustibil în care să se consume „direct" cărbune sau cocs necesită folosirea unor electroliți din săruri topite și ridică o serie de probleme în fața materialelor de construcție utilizate, se socotește posibilă, deocamdată în scopuri practice, folosirea lor pe o cale „indirectă". Întrucît în pilele de combustie „arderea" combustibililor se face la temperaturi relativ joase, la „rece", randamentul energetic realizabil este foarte ridicat, de peste 70%, ce nu poate fi obținut la nici o altă instalație termică. Randamentele termodinamice ale mașinilor ce lucrează între două temperaturi și care transformă cantitatea de căldură transmisă de la o sursă de temperatură la alta la un rezervor rece nu poate depăși.

$$\eta_r = 1 - \frac{T_2}{T_1},$$

unde :

T_1 este temperatura sursei calde și

T_2 temperatura rezervorului rece.

La turbinele cu abur cele mai moderne, la care se lucrează cu un abur de 600°C, acest randament atinge valoarea maximă de 64%. Nici măcar turbinele de gaze, unde se lucrează cu gaze arse de 700°, nu pot realiza un randament mai mare de 67%, care reprezintă un randament maxim, o valoare teoretică limită.

În practică, randamentele maxime la turbinele de gaze sînt de 37%; la turbinele cu abur ce lucrează cu parametri foarte înalți randamentul nu depășește 40%. La motoarele Diesel, randamentul maxim realizat este de circa 35%. Motoarele cu explozie și aprindere prin scînteie sau mașinile cu abur cu piston au randamente și mai mici. Termocentralele cele mai moderne realizează un randament termodinamic ce nu depășește valoarea de 35%.

În aceste condiții, randamentul de 70% al pilei de combustibil funcționînd la rece ar permite obținerea unor indici tehnico-economici favorabili chiar și la folosirea „indirectă" a cărbunilor prin gazificare. Randamentul producerii gazelor pe această cale poate ajunge la 70% care, împreună cu randamentul de 70% al pilei cu combustibil gazos, permite realizarea unui randament global de 49—50%, ce depășește cu mult valorile realizate în instalațiile „clasice" de transformare a energiei calorice a cărbunilor în energie electrică.

Dar chiar și această valoare este mică pe lîngă cifra ce poate fi atinsă într-o pilă rece care consumă hidrogen și oxigen, cu un randament de circa 80%.

Deocamdată, pilele de combustie, caracterizate în primul rînd prin lipsa unor piese în mișcare, prin funcționare liniștită fără vibrații și printr-o mare fiabilitate, se folosesc mai ales ca surse de energie electrică în sateliții artificiali, în rachetele ce explorează spațiul cosmic, în stațiile trimise să aselenizeze pe satelitul natural al Pămîntului sau să exploreze planetele învecinate, sau în navetele spațiale ori, în condiții mai modeste, la suprafața Pămîntului — pentru alimentarea cu energie a stațiilor meteorologice automate așezate în puncte izolate și inaccesibile, pe vîrfuri de munte sau în mijlocul ghețarilor Antarctidei.

Și pentru că am pătruns pe această cale în spațiul cosmic și în tehnologia rachetelor, trebuie să amintim de un material de construcție fabricat din cărbuni (de fapt din cocs de smoală sau cocs petrol cu smoală ca liant) anume pentru rachete : grafitul artificial cu caracteristici speciale. La fel ca și piroceramul, material ceramic extrem de rezistent folosit pentru construcția ogivelor de străbatere a atmosferei, care se montează în vîrful de protecție al vehiculelor cosmice, grafitul special prezintă rezistențe mecanice și termice extrem de ridicate, fiind unul din materialele de viitor în construcția rachetelor.

Caracteristicile ce se pot obține pentru produsele carbonice care se fabrică sub formă de materiale grafitizate fac ca acestea să fie folosite la producerea pieselor pentru diverse industrii, a pantografelor culegătoare de

curent pentru locomotivele electrice, a inelelor de etanșare, a plăcilor, conductelor, sau a robinetelor ori vanelor pentru diferite aparate, schimbătoare de căldură integral grafitate sau a pompelor pentru industria chimică. Acestea sînt numai cîteva din materialele ce au intrat în consumul curent al industriilor moderne.

În ultima vreme, grafitul începe să se obțină chiar și sub formă de material fibros, fiind utilizat în diverse țesături folosite mai ales în locuri în care alte materiale nu rezistă la coroziune, ba chiar înglobat în mase plastice, în materiale cu „fibre de carbon", la fel cum sînt cele — mai cunoscute — cu fibre de sticlă.

O întreagă industrie și o întreagă ramură științifică studiază noile produse care se pot obține din carbon, precum și fenomenele fizice și chimice ce au loc la temperaturile înalte de transformare a diferitelor materiale carbonice în grafit.

Tehnologia acestora este în strînsă dependență de folosirea energiei electrice, întrucît grafitarea este legată de atingerea unor temperaturi de 2 000—3 000°C.

Razele X și difracția lor pe atomii cristalelor de grafit, rezonanța magnetică, ultrasunetele, spinul electronic și o serie întreagă de alte fenomene legate de tehnica cea mai modernă de cercetare servesc la lămurirea problemelor puse de modificările pe care le suferă materialele carbonice cînd carbonul se transformă în grafit.

Și, deși „logica" sau „bunul simț" ar fi tentate să admită că orice cărbune poate ajunge, cu vremea sau cu temperatura, să cristalizeze sub formă de grafit, ultimele date, ultimele imagini asupra structurii cărbunilor arată că, în timp ce unii cărbuni sînt grafitizabili, ceilalți, în funcție de compușii (mai ales oxigen) care se găsesc în structura lor și de felul cum această structură este alcătuită, nu pot fi grafitizați, nu pot ajunge la structura de hexagoane spațiale. Și nici nu pot fi cocsificați... din aceleași motive!

Iată cum, iarăși, acolo unde se socotea că nu mai este nimic nou de cercetat și de lămurit, au apărut și apar o serie de probleme noi, deosebit de importante pentru științe și — aproape sigur — pentru tehnică.

Capitolul IX

CIFRE DESPRE COMBUSTIBILI ȘI LUMEA COMBUSTIBILILOR ÎN VÎLTOAREA DEZVOLTĂRII TEHNICII ȘI ECONOMIEI

În anul 1982, populația globului a fost de 4,586 miliarde de locuitori, iar prevederile demografice arată că această cifră va ajunge în anul 2000 la 6,4 miliarde.

Pe lîngă creșterea continuă a necesarului de hrană și de îmbrăcăminte, va crește concomitent — și ca o premisă a realizării creșterilor menționate mai înainte — și necesarul de energie.

După unele date de prognoză, de la o producție de energie primară de circa 8 321,3 mil. tone combustibil convențional, realizată în anul 1974, se va ajunge în anul 2000 la un necesar ce se va cifra la 14-18 000 mil. tone combustibil convențional, care vor putea fi asigurate prin producerea a 6 000 mil. t.c.c. (33-34%) cărbuni, 4 000 — 6 000 mil. t.c.c. țiței (28-33%), iar gazele naturale și energia hidraulică vor fi utilizate în cantitate de cîte 1 000 mit. t.c.c. (6-7%) fiecare. În acest an, energia nucleară va reprezenta un echivalent 2 000-4 000 mil. t.c.c. (19-28%).

Alți cercetători prevăd ridicarea nivelului necesarului de energie primară în anul 2000 la circa 26 miliarde tone combustibil convențional, după cum reiese din unul din tabelele ce urmează.

Rămînînd doar la nivelul primelor cifre, se poate aprecia că consumul de combustibil convențional pe cap de locuitor va crește de la o valoare de circa 2,15 tone/an la 2,55 tone/an pe întregul glob.

Retrospectiva arată că, față de cifra de $8,3 \cdot 10^9$ tone combustibil convențional, produse în 1974, producția anului 1950 n-a fost decît circa $3 \cdot 10^9$ tone combustibil convențional și că creșterea realizată în acești 24 de ani a fost de cca. 2,8 ori.

Tabelul nr. 19

Structura consumului de energii primare pe glob în perioada 1970—1980 (echivalent petrol, mil. tone/an)

	1970		1975		1980	
		%		%		%
Petrol	2 230	45,6	3 060	49,6	4 090	52,3
Gaze naturale	850	17,4	1 110	18,0	1 420	18,1
Cărbuni	1 500	30,7	1 540	25,0	1 650	21,1
Energie hidraulică	280	5,7	340	5,5	400	5,1
Energie nucleară	30	0,6	120	1,9	270	3,4
TOTAL	4 890	100,0	6 170	100,0	7 830	100,0
Populația globului (mil. locuitori)	3 590		3 940		4 330	
Consum anual de energie, tone echivalent petrol/locuitor	1,36		1,56		1,81	

Tabelul nr. 20

Dinamica consumului de energie pe perioada 1950—2000

U.M.	1950	1960	1970	1980	2000*
Consum total de energie miliarde t.c.c.	2,7	4,5	7,2	11,5	24,0
Consum specific t.c.c./loc	1,12	1,5	1,9	2,5	3,5
Rata anuală de creștere anii	1950—1960 5,2		1960—1970 4,8	1970—1980 4,8	1980—2000 4,2

* o variantă de prognoză

ECU IAȘI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Tabelul nr. 21

Alte date și prognoze privind structura și evoluția consumului mondial de energie (în M t.c.c. și %/*)

Anul	U.M.	Cărbune	Țiței	Gaze	Hidro	Nuclear	Noi surse	Total
1950	Mtcc	1 534,2	671,8	244,5	112,2	—	—	2 562,7
1950	%	59,9	26,2	9,5	4,4	—	—	100
1974	Mtcc	2 530,7	3 566,8	1 668,2	477,7	72,9	—	8 321,3
1974	%	30,4	42,9	20,1	5,8	0,9	—	100
2000	Mtcc	5 500	9 400	4 750	1 150	4 950	500	26 250
2000	%	20,9	35,8	18,1	4,4	18,9	1,9	100

* Călin Mihăileanu: *Suportul energetic al viitorului,* în vol. *Energia în următoarele trei decenii,* Ed. Acad. Rep. Soc. România 1979

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

În cele 9 decenii ce au trecut între anii 1860 și 1950, consumul anual de energie a crescut de 9 ori, ajungînd de la o cifră de circa $0{,}33 \cdot 10^9$ tone combustibil convențional, în 1860, la valoarea de circa 3 miliarde tone, în 1950. Calculele arată însă că aceste trei miliarde nu reprezintă decît a 23 parte a întregului consum de energie primară a omenirii de la începutul civilizației și pînă în 1950 ! Iar ce a urmat pe urmă... se vede din tabele. Cifra de consum a anului 2000 va reprezenta doar 1/3 din acest consum, și între 1950—1980 consumul este cam de 3 ori cît s-a consumat în total pînă în 1950.

Ritmurile sînt din ce în ce mai accelerate și, după cum arată cifrele prezentate atît în avertismentul prefeței, cît și în rîndurile anterioare, omenirea trebuie să dea o atenție deosebită asigurării și gospodăririi raționale a resurselor de energie.

Se pomenește în mod obișnuit, în presă și în literatura științifică, despre „explozia demografică" ce are loc în momentul de față în majoritatea țărilor în curs de dezvoltare ; cu atît mai îndreptățiți sîntem să vorbim despre o „explozie a consumurilor de energie", ba chiar despre o „foame" de energie a omenirii.

Și aceasta, mai ales datorită faptului că mediile reprezintă „cea mai cruntă minciună", deoarece cifra de 2 t.c.c./cap de locuitor pe glob ascunde diferența ce se întinde de la 15-20 t.c.c./cap de locuitor, în țările dezvoltate, la valori de sub 0,5 t.c.c./cap de locuitor, în țările slab dezvoltate.

Deși cifrele diferă într-o anumită măsură (mai ales în perspectiva anului 2000), totuși ele arată în mod clar că asigurarea omenirii cu energia primară necesară cere neapărat dublarea — într-un sfert de secol — a producției de cărbune pînă în anul 2000 !

În aceste condiții, merită să aruncăm o privire în cămara de rezerve energetice disponibile de pe pămîntul nostru și să urmărim evoluția și consumul diferitelor feluri de resurse de energie ce stau la dispoziția oamenilor în momentul de față, comparativ cu cele de cărbune.

Socotind toate sursele de energie pe care, de-a lungul vremurilor, le-a folosit omul, se poate alcătui următoarea înșiruire :

Prima formă primară de energie ce-a fost folosită a reprezentat-o însăși forța musculară a omului. Această formă primară se transformă în forma secundară a energiei mecanice, sau a energiei mecanice ce se transformă în energie calorică. Mijloacele cele mai obișnuite de transformare folosite sînt : uneltele și sculele, lemnul frecat de alt lemn, cremenea lovită de amnar. Scopul acestor transformări este transportul de bunuri, a vînatului, pînă la peștera folosită drept locuință, ridicarea apei, cultivarea pămîntului, la început cu săpăliga, producerea primitivă a focului, transformarea alimentelor din natură pentru a putea fi folosite de om. Un exemplu tipic este piulița în care se sfărîmă boabele sau moara primitivă mișcată de mîna gospodinei.

A doua formă primară o reprezintă energia dezvoltată de forța musculară a animalelor (cai, vite, cîini, cămile, reni, elefanți etc). Forma secundară a acestei energii este numai energia mecanică folosită la transport (sănii, căruțe, spinarea însăși a animalului, etc.), la ridicarea apei, la cultivarea pămîntului (plugul !), la treierat, la ridicarea sării ori a altor minereuri din ocne și mine etc.

A treia formă primară de energie este energia vîntului și a apelor curgătoare sau chiar a mareelor, care, sub forma secundară a energiei mecanice, pun în mișcare corăbii cu pînze, mori de vînt sau de apă, instalații eoliene sau centrale hidroelectrice. Folosirea acestora se face la transport, la măcinarea grînelor, la punerea în mișcare a pivelor, maiurilor, ciocanelor de forjă, a mașinilor celor mai simple, sau, mult mai tîrziu, la producerea energiei electrice.

Întreaga dezvoltare a tehnicii pînă aproape de zilele noastre, meșteșugurile și uzinele manufacturiere din Evul Mediu și pînă la prima revoluție industrială, toate sînt legate de această formă primară de energie care poate fi utilizată la scara „industrială" a acelor epoci de producție manufacturieră.

A patra formă a energiei este cea legată chimic în combustibili, care trece în forma secundară a energiei calorice, ce apoi se poate transforma, la rîndul ei, în energie mecanică și apoi în energie electrică.

Mijloacele pentru utilizarea acestei forme de energie sînt reprezentate prin instalațiile de încălzit cu foc, cazanele cu aburi, mașinile cu abur sau motoarele de gaz, motoarele cu ardere internă, cu aprindere prin scînteie sau prin compresiune, turbinele cu abur și turbinele de gaze, reactoarele etc.

Scopul transformărilor acestei forme de energie a fost la început încălzitul, gătitul, iar mai tîrziu producerea energiei mecanice, fie prin intermediul aburului, fie trecînd prin forma energiei electrice. Întreaga revoluție tehnico-științifică a secolului trecut este strîns legată de descătușarea energiei cuprinse chimic în moleculele cărbunilor — și mai tîrziu ale țițeiului și ale gazelor — și transformarea acesteia, prin toate mijloacele posibile, în forme utilizabile la producerea de bunuri sau la ușurarea vieții oamenilor.

A cincea formă a energiei primare este energia nucleară care, sub forma secundară a aburilor, a energiei electrice, poate fi folosită ca orice altă sursă de combustibil.

Chiar și energia radiată de soare, această uriașă centrală energetică a sistemului nostru solar, o putem încadra în această ultimă grupă, deoarece este produsă de un uriaș reactor nuclear natural, în care se petrec, la o scară și la o intensitate de n-ori mai mari, reacțiile pe care omul le-a reprodus în ultimele patru decenii în reactoarele centralelor nucleare și în bombele nucleare.

De folosirea practică a energiei radiate de soare nu se poate încă vorbi la valori care să însemne prea mult pentru trecerea în revistă a resurselor de energie din cămara de rezerve a omenirii.

Necesarul de energie al omenirii este mare și în continuă creștere. Pentru producerea a :

100 kg făină este nevoie de	84 000 kcal
100 kg produse de panificație este nevoie de	100 000—200 000 kcal
100 kg de zahăr rafinat este nevoie de	560 000 kcal

100 litri (200 halbe) de bere este nevoie de	140 000 kcal
1 000 buc. cărămizi este nevoie de	2 100 000 kcal
1 m.p. de geam este nevoie de	4 200 kcal
100 kg hîrtie pentru ziare este nevoie de	490 000 kcal
1 costum bărbătesc de lînă este nevoie de	110 000 kcal
1 kWh de curent electric este nevoie de	2 300—2 500 kcal
1 m.c. de gaz de oraș este nevoie de	14 000 kcal
1 tonă de fontă este nevoie de	7 350 000 kcal la elaborare
1 tonă de oțel Martin este nevoie de	1 200 000 kcal la afinare

și bineînțeles că lista nu se termină aici, ci continuă cu nenumărate produse mai mult sau mai puțin „energofage".

Aceste cîteva date caracterizează totuși problemele puse de asigurarea necesarului de energie pentru industrie.

Dezvoltarea impetuoasă a acesteia impune o gospodărire cît mai rațională a rezervelor de combustibili clasici (cărbuni, țiței și gaz metan) și folosirea cît mai rațională a surselor noi de energie.

Energia hidraulică și nucleară trebuie să participe la acoperirea necesarului în măsura în care investițiile mari, cerute de valorificarea acestora, cheltuielile minime de exploatare realizabile și condițiile locale se armonizează într-un tot cu eficiență economică maximă.

Potențialul hidroenergetic al apelor curgătoare se evaluează la cîteva miliarde de MW, cu o capacitate anuală de circa 5.10^9 MWh, adică echivalentă cu arderea

Tabelul nr. 22

Producția mondială de huilă, cărbuni bruni și țiței × 10^6 tone

Anul	Huilă	Cărbune brun	Țiței	Total în combust. convențional
1835	36	—	—	36
1855	89	—	—	89
1885	422	—	5	430
1905	953	(100)	31	1 049
1913	1 213	127	62	1 370
1925	1 192	180	156	1 517
1930	1 226	189	193	1 611
1935	1 147	186	224	1 575
1938	1 235	241	273	1 765
1940	1 407	285	289	1 985
1945	1 199	158	356	1 813
1950	1 507	302	523	2 438
1955	1 602	490	785	3 045
1960	1 971	643	1 038	3 850
1964	2 260	747	1 406	4 530
1971	2 600	1 103	2 275	6 107
1980	2 760	960,3	2 625	6 642

Tabelul nr. 23

Repartiția producției mondiale de cărbuni în 1930 mil. tone

	Huile și antraciți	Cărbuni bruni și ligniți
America de Nord și Centrală	744,3	48,3
America de Sud	11,9	(—)
Africa	106,1(1971)	(—)
Asia (fără U.R.S.S.)	816,7	26,3
U.R.S.S.	495,0	162,0
Europa (fără U.R.S.S.)	485,7	691,1
Oceania	86,3	33,1
Total mondial	2 759,8	960,8

Tabelul nr. 24

Rezervele și resursele mondiale de cărbune (date din 1981) (miliarde tone)

Țara	Anul estimării	Rezerve totale măsurate	Resurse totale	Procentul din resursele mondiale
America de Nord și Centrală:				
— S.U.A.	1974	397,657	3 599,657	26,4
— Canada	1978	16,091	474,412	2,5
— Mexic	1979	1,980	3,280	0,1
TOTAL		415,728	4 077,349	30,0
America de Sud				
— Brazilia	1978	1,590	15,807	0,1
— Chile	1979	1,381	4,426	0,1
— Columbia	1979	2,073	10,063	0,1
— Venezuela	1979	0,178	9,178	0,1
— Alte țări		0,309	10,748	0,1
TOTAL		5,531	50,222	0,4
U.R.S.S.	1979	276,000	5 926,000	43,5
Asia (fără U.R.S.S.)				
— R.P.Chineză	1979	600,000	1 465,000	10,8
— Japonia	1979	8,707	8,707	0,1
— India	1978	22,634	114,034	0,8
— Indonezia	1979	0,674	20,118	0,15
— Alte țări		33,730	41,060	0,25
TOTAL		665,745	1 648,919	12,1
Europa (fără U.R.S.S.				
— R.F.G.	1979	99,000	285,300	2,1
— Polonia	1978	76,000	184,000	1,4
— M. Britanie	1977	45,000	149,500	1,1
— Jugoslavia	1971	177,680	181,477	1,3
— R.D.G.	1978	(—)	30,000	0,2
— Alte țări		47,451	74,556	0,5
TOTAL		445,131	904,833	6,6
Africa		72,641	217,897	1,6
Oceania	1979	83,111	784,079	5,8
Rezerve pe glob		1 963,887	13 609,298	100

și transformarea totală în energie a 600 milioane tone combustibil convențional în fiecare an.

Din toate datele disponibile, zăcămintele de cărbuni exploatabile economic prin tehnicile realizate și aplicate astăzi reprezintă circa 487.10^{12} tone huilă și antracit și $410{,}8.10^{12}$ tone cărbune brun și lignit.

În ceea ce privește rezervele mondiale de țiței și gaze însoțitoare, s-au făcut estimări periodice cu diverse ocazii.

Astfel, în 1967, la Congresul Mondial al Petrolului de la Mexico-City s-au estimat rezervele potențiale recuperabile de țiței pe plan mondial la 614 miliarde tone, calculate cu un factor final de recuperare de 62%. În calcul n-au fost incluse țările socialiste.

În anul 1971, la Congresul Mondial al Petrolului de la Moscova, rezervele mondiale de țiței, au fost estimate la 480 miliarde tone, iar în același an specialiștii francezi estimau o cantitate de 453 miliarde tone țiței ca rezervă mondială.

Aceleași rezerve însumau, în 1975, după comunicările la Congresul Mondial al Petrolului de la Tokio, o cantitate de 273 miliarde tone rezerve recuperabile potențiale ale lumii. Din acestea s-au descoperit 141 miliarde tone, restul urmînd să fie descoperite în viitor.

Tot atunci, rezervele potențiale de gaze erau estimate la peste 170 trilioane m.c., din care s-au descoperit 65 trilioane m.c.

În 1976, specialiștii sovietici arătau că rezervele recuperabile de petrol pot ajunge la 500 miliarde tone, iar ale celor de gaze la 400 trilioane m.c. Aceste estimări iau în considerație și povîrnișul continental al mărilor și oceanelor.

În același an, Institutul vest-german de studii economice din Berlinul de Vest și Institutul federal de geoștiințe și materii prime din Hanovra au evaluat următoarele rezerve, convertite în tone petrol: cărbune 383 miliarde tone, petrol 172 miliarde tone și gaze 67 miliarde tone.

Din toate aceste date — destul de diferite ca valori, dar în același ordin de mărime — reiese că rezervele potențiale recuperabile de petrol ale lumii pot varia între

273 și 614 miliarde tone, din care în viitor mai pot fi extrase 225—566 miliarde tone, ceea ce permite un grad de asigurare de 75—205 ani. Rezervele descoperite pînă în prezent asigură în mod cert nivelul de extracție doar pe 35 ani, restul avînd acoperire numai ca rezerve de prognoză.

Însă toate aceste resurse de energie, mai ales cărbunii, țițeiul și gazele, au o repartizare cu totul inegală pe suprafața globului.

După ultimele date publicate, care iau în considerare o rezervă totală pe glob de $10\,781\,757 \cdot 10^6$ tone cărbuni, circa 30% se găsesc în S.U.A., 53% în U.R.S.S. și 9,4% în R. P. Chineză, în timp ce țările cu o puternică industrie carboniferă ca R. F. Germania, Marea Britanie, Polonia n-au decît 2,7, respectiv 1,5 și 0,6% din rezervele mondiale de cărbune, iar celelalte țări...

Analiza tuturor acestor date duce la observarea unui fenomen foarte interesant și important : deși energia atomică va crește în proporții importante în resursele energetice, în același timp va crește în unele țări — atît în proporție, cît și în valori absolute — aportul cărbunilor.

Astfel, în S.U.A., deși s-a prevăzut obținerea în 1980 a unei capacități de producție de energie electrică în centrale atomice de 70 milioane kW și se consideră că în anul 2000 jumătate din curentul electric produs va fi obținut din energia reacțiilor nucleare, totuși, se socotește necesară și se prevede creșterea consumului în termocentrale la 1,1 miliarde tone cărbune în anul 2000, față de cca. 500 milioane tone consumate în anul 1979.

De altfel, se prevede aproape dublarea întregii producții de cărbune pe glob pînă în anul 2000, față de cifrele realizate în 1975 (4 395 milioane tone față de 2 423 milioane tone).

În U.R.S.S., producția de cărbune a anului 1970 a fost de $432{,}715 \cdot 10^6$ tone, în 1980 de $495 \cdot 10^6$ tone, ajungîndu-se în 1982 la $647{,}347 \cdot 10^6$ tone.

În R. P. Chineză, unde în 1970 s-au extras $360 \cdot 10^6$ tone, după numai 10 ani, în 1980, au fost extrase $620 \cdot 10^6$ tone cărbune.

Tabele cuprinzînd date privind producțiile în diferiți ani arată dinamica acestor cifre, atît în prezent, cît și față de trecut.

În 120 de ani (1860—1980), producțiile mondiale ale industriei miniere au crescut astfel :

— huila, de la 132.10^6 tone la $2\,760 \cdot 10^6$ tone, deci de 20,9 ori (în 1938 producția a fost de $1\,291.10^6$ tone) ;
— cărbunele brun, de la $6,1 \cdot 10^6$ tone la 961.10^6 tone, deci de 157,5 ori (în anul 1938 producția a fost de 262.10^6 tone) ;
— țițeiul, de la $0,07.10^6$ tone la $2\,625.10^6$ tone, deci de 37 500 ori (în anul 1938 producția a fost de 288.10^6 tone).

În același timp, creșterile producțiilor de minereuri metalifere au fost caracterizate de următoarele cifre :

— minereurile de fier de 28,6 ori
— minereurile de cupru de 67,9 ori
— minereurile de plumb de 12,3 ori
— aurul de circa 7 ori

Aceste cîteva exemple arată în mod clar că foamea omenirii pentru purtătorii de energie a crescut mult mai repede decît cerințele sale de alte minereuri. Bineînțeles că în acest timp a avut loc și o schimbare a proporțiilor : astfel, cărbunele, care în 1860 reprezenta 54,1% din producția minieră mondială, ajunge în anul 1962 la proporția de 21,4%, după ce în anul 1960 scăzuse la proporția minimă de 18,4%, iar în 1974 crește la 30,4%.

Se poate prevedea o creștere în timp a valorii absolute a consumului de cărbune, de la $64,9 \cdot 10^{18}$ tone/an în 1960 la $97,1 \cdot 10^{18}$ tone/an în 1990, cu o scurtă perioadă de ușor declin în 1970—1972, înainte de criza petrolului.

Țițeiul, care reprezenta doar 0,1% din valoarea producției miniere în anul 1860, ajunge să reprezinte 42,9% în 1974, în timp ce gazul metan nu atinge în acest an decît o cotă de 20,1%.

„Aurul negru" al țițeiului, „cărbunele verde" al mărilor, „cărbunele albastru" al vînturilor, și „cărbunele alb" al căderilor de apă, gazele naturale, soarele însuși care s-a prins în „diamantele negre" ale cărbunilor, reacțiile nucleare domesticite și încătușate în centrale atomice vor trebui să satisfacă — toate — foamea de energie

a omenirii la valori din ce în ce mai mari... și cu o gospodărire cît mai atentă, o economie cît mai strictă.

Dar de problemele combustibililor, de problema cămării de energie a pămîntului nu este legată numai satisfacerea necesarului de energie a omenirii, ci și necesarul de apă ! Vor trebui desalinizate, cu ajutorul căldurii solare sau nucleare, mari cantități de apă marină și se pare că la rezolvarea problemelor legate de asigurarea hranei omenirii, a producției de alimente, țițeiul și cărbunele vor avea un cuvînt de spus. Seceta ultimelor decenii din Sahelul african, moartea a milioane de oameni în Africa reprezintă un puternic semnal de alarmă !

Au început de curînd studii și cercetări (există chiar cîteva brevete !) pentru obținerea proteinelor din cărbuni și țiței, după cum am arătat acest lucru la epurarea biologică a apelor de cocserie !

Astfel, cercetări efectuate în diferite țări au demonstrat că anumite microorganisme pot trăi și se pot dezvolta în medii de cultură alcătuite din substanțe chimice obținute din cărbune.

Prin experimentări, s-a constatat că 500 de kg microorganisme trăind într-un mediu de cultură ce conține produse chimice derivate din cărbune transformă hidrocarburile parafinice pe care le consumă în proteine într-un ritm de 1 250 kg/zi. Pe o cale asemănătoare, cercetătorii francezi au ajuns chiar la construirea unei unități semiindustriale de fabricare a proteinelor din produse petroliere în Nigeria.

Nimic nu propulsează tehnica atît de mult înainte ca o nevoie a societății, comanda socială este motorul cel mai puternic al dezvoltării, după cum constatase, acum un secol, Karl Marx ; astăzi cercetarea științifică, devenită forță de producție activă, atacă și rezolvă problemele cele mai acute ale omenirii, folosind toate resursele naturii, inclusiv cărbunele, „piatra care arde".

De la „Bin-Tan" la „pămîntul care arde" al „barbarilor" din Germania, de la huila fierarului Hullos și la excavatoarele gigantice ce scot la suprafață cărbunii din bazinele Gorjului și din alte cariere, de la cocsificarea cărbunilor în bocșe la instalația gigantică de la Galați,

Tabelul nr. 25

Producția mondială a unor produse industriale principale

	1965	*1970*	*1975*	*1982*
Energie (echivalent (huilă)	5 325	7 041	8 076	9 095 mil. tone
Cărbune net	2 752	2 935	3 230	3 923 „ „
Țiței extras	1 511	2 275	2 644	2 625 „ „
Gaze naturale (mii tera* cal.)	6 243	9 568	11 824 (1976)	

Tabelul nr. 26

Evoluția producției mondiale de cărbuni (huilă și antraciți) mii tone

1970	1975	1977	1978	1979	1980
2 134 600	2 423 125	2 472 269	2 614 830	2 789 096	2 759 800

de la vetrele primitive în care întîmplător ardea un cărbune pînă la mediile nutritive în care bacteriile produc proteine, în toată istoria aceasta de milenii se reflectă creșterea continuă a forțelor de producție, dezvoltarea cunoștințelor omenirii, dezvoltarea societății și a omului însuși. Iar în acest context cărbunele a fost și a redevenit unul din factorii importanți ce au permis mersul continuu înainte.

Retrospectiva arată că, față de cifra de $8{,}3 \cdot 10^9$ tone combustibil convențional produsă în 1974, producția anului 1950 n-a fost decît de circa 3.10^9 tone combustibil convențional și că creșterea realizată în aproape 2,5 decenii a fost de circa 2,8 ori.

Acest fapt duce la un fenomen foarte interesant și semnificativ totodată : deși energia atomică va crește în proporții importante în resursele energetice, în același timp va spori — atît în proporție cît și în valori absolute — aportul cărbunilor.

* tera = 10^{12}.

MIC DICȚIONAR DE CUVINTE FOLOSITE ÎN LUMEA CĂRBUNILOR

Acizi humici

Compuși organici de natură complexă ce pot fi extrași din substanțele organice în curs de degradare (putrezire, turbifiere, carbonificare, respectiv încărbunare), cu ajutorul soluțiilor de substanțe slab alcaline (carbonat de sodiu Na_2CO_3). Sînt considerați compuși intermediari între materialul genetic vegetal (lignină — celuloză) și masa cărbunilor humici tineri alcătuită din humine. Acestea din urmă pot fi extrase doar cu hidroxid de sodiu sau în topitură alcalină.

Conținutul cărbunilor în acizi humici este folosit la clasificarea naturală a cărbunilor, pentru separarea cărbunilor bruni de huile.

Aglomerat (autofondant)

Produs cu granulație mare rezultat prin sinterizarea (lipirea sub temperatura de topire) minereului mărunt și prăfos.

Aglomerarea lărgește baza de materie primă a furnalului și mărește productivitatea sa prin îmbunătățirea proprietăților fizice și chimice ale șarjei (rezistență, permeabilitate, conținut de fier etc.).

Aglomeratul autofondant este alcătuit din minereu și fondant (calcar) ; utilizarea lui evită calcinarea calcarului în furnal și asigură o funcționare la indici tehnico-economici superiori a utilajului.

Aglutinare

Însușirea unor huile (huilele cocsificabile) ca la încălzire, în absența aerului, să treacă printr-o stare topită plastică, pentru ca apoi să se întărească, cu formarea cocsului. Se măsoară prin rezistența sau forma unei

probe de cărbune încălzită cu viteză mare, în absența aerului.

Anaerob (condiții)

Termen ce caracterizează condițiile de formare a cărbunilor în faze mai avansate, după inundarea și acoperirea turbăriilor. Dezvoltarea microorganismelor în aceste condiții — în absența aerului — se face pe seama consumării unei părți din oxigenul constituțional al materialului vegetal, ducînd la îmbogățirea acestuia în carbon.

Analiză elementară sau compoziție

Conținutul procentual în greutate sau atomic al elementelor ce alcătuiesc o substanță chimică. În cazul combustibililor, de obicei conținutul procentual de C,H,O,N,S, (la masa organică — fără apă și cenușă — C,H,O).

Analiza tehnică sau imediată

Caracteristicile principale, ce determină posibilitățile de utilizare tehnică a unui cărbune (umiditate = W, cenușă = A, volatile = V, sulf = S).

Anizotrop

Material care la studiul microscopic în lumină polarizată prezintă activitate optică exprimînd diferite grade de organizare de tip cristalin a materiei, formă caracteristică de prezentare a cocsurilor topite, avînd structură orientată și caracteristici fizico-mecanice superioare.

Antracit

Cărbune puternic metamorfozat, de obicei depus în perioadele geologice cele mai îndepărtate (paleozoic), cu conținut ridicat de carbon (92—98%) și conținut scăzut de H, O, respectiv volatile ; putere calorifică inferioară de 7 700—8 300 kcal/kg, raportată la masa combustibilă. Este folosit pentru producerea materialelor carbonice și rar la ars în sobe de construcție specială și la aglomerarea minereurilor.

Ape reziduale

Denumirea generică pentru apele ce rezultă în urma diferitelor procese tehnologice și sînt impurificate cu diverse substanțe nocive.

În cocserie apele reziduale sînt produse în procesele de captare și prelucrare a produselor chimice și sînt utilizate la stingerea cocsului sau, supuse unor operații de denocivizare chimice sau biologice, în vederea refolosirii lor în uzină sau deversării în rîuri.

Apă pirogenetică

Apă formată în procesul de descompunere termică în absența aerului, a cărbunilor și a altor substanțe organice, din oxigenul și hidrogenul care se găsesc în compoziția acestora.

În cocserie, prin condensare, ea dizolvă săruri de amoniu, fenoli, hidrogen sulfurat, dioxid de carbon, amoniac etc., din gazul de cocserie.

Aprinzător

Amestec în formă geometrică, produs de obicei prin brichetare sau ambalare, ce conține materiale combustibile mărunțite și substanțe care cedează ușor oxigen (de ex. clorat de potasiu) și care, în acest fel, se aprinde ușor și întreține arderea pînă ce combustibilul principal (lemn, dar mai ales cărbune sau cocs) ajunge la temperatura de aprindere.

Ardere

Combinarea — de obicei printr-o reacție cu degajări mari de căldură și lumină — a substanțelor simple sau compuse cu oxigenul.

În practică, noțiunea de ardere se referă la combinarea combustibililor cu oxigenul din aer, cu degajarea unor cantități de căldură ce pot fi utilizate în condiții tehnico-economice favorabile. Pentru a putea fi folosită energia degajată, arderile trebuie să fie controlabile. Arderile bruște, cu degajări instantanee de căldură și gaze, constituie explozii; cele necontrolate — incendii.

Asfalt

Sediment organic semisolid rezultat din metamorfismul și degradarea prin oxidare parțială a unor zăcăminte de țițeiuri sau bitumuri.

Biosfera

Unul din straturile pămîntului, considerat alcătuit, în mod convențional, din totalitatea vietăților de pe glob (microorganisme, plante, animale).

Bitumen

Substanță extractibilă cu solvenți din masa cărbunilor. Nu trebuie confundat cu bitumurile naturale sau artificiale din țițeiuri.

Blocuri carbonice

Produse carbonice formate și fasonate, cu greutate de pînă la 2 tone, folosite la căptușirea furnalelor, cuptoarelor electrice, cuvelor de electroliză și pentru protecția anticorozivă a depozitelor și a reactoarelor din industria chimică.

Bocșă

Grămadă de lemne sau cărbune acoperită cu pămînt în care, prin ardere înfundată, cu deficit de aer, se produce printr-o tehnologie foarte veche mangal „de bocșă" sau cocs.

Brichetare, brichete

(fără liant, cu liant, în stare plastică)

Realizarea, prin presarea cărbunilor și/sau a altor materiale combustibile cu granulație mică, de corpuri cu formă geometrică regulată definită pentru a putea fi utilizate, în mod rațional, la ars în uz casnic sau industrial, sau ca o fază pregătitoare pentru fabricarea cocsului.

Brichetarea poate fi realizată fără liant pentru cărbunii care mai conțin acizi humici liberi (turbe, cărbuni bruni pămîntoși), la anumite condiții de umiditate și la presiune mare.

Brichetarea cu liant folosește drept material de legare smoală, bitum, sau alte substanțe (brichete de cărbuni bruni, huile, antraciți, semicocs etc.).

Huilele pot fi brichetate și fără liant, în stare plastică (la 350—400°) sau la presiuni peste 3 000 kg/cm^2.

Calorimetru
Aparat pentru determinarea puterii calorice a combustibililor, prin arderea acestora într-o bombă calorimetrică, în prezența oxigenului și cu determinarea căldurii rezultate.

Carbonizare
Încălzirea și descompunerea, în absența aerului, a substanțelor organice sau de proveniență organică, care are drept consecință creșterea conținutului de carbon al reziduului solid obținut.

Carburant
Combustibil lichid, utilizat în motoarele cu ardere internă (benzină, motorină, metanol etc.).

Caustobiolite
Sedimente organice provenite din vietăți (plante și animale) combustibile. Se deosebesc de cele provenite din sortimente în care n-au mai rămas decît părțile anorganice (calcare, corali), numite acaustobiolite.

Cărbune
Rocă sedimentară, de origine organică, mai ales vegetală, formată în special prin metamorfismul biochimic și geotermic anaerob al substanței organice a plantelor.

Cărbune brun
Cărbune aflat într-o fază intermediară de metamorfism, de obicei depus în terțiar — neozoic. Conține acizi humici, are o putere calorică mai mică de 5 700 kcal și are reflectanța medie a vitrinitului mai mică de 0,600.

Cărbune activ
Produs cu porozitate ridicată, și deci suprafața specifică internă mare, care are capacitate de adsorbție pentru gaze, vapori, ioni etc.

Se fabrică din materiale organice cu conținut redus de cenușă, ca de exemplu din mangal sau altele.

Cărbune cocsificabil

Anumite tipuri de huile care dau, prin încălzire în absența aerului, trecînd la 350—500°C, printr-o fază plastică și prin degazare ulterioară pînă la 1 000°C, un reziduu topit și aglomerat — cocsul.

Cărbuni inferiori

Cărbuni care din punct de vedere tehnologic sau economic nu sînt apți a fi utilizați pentru anumite scopuri. De exemplu : cărbunii inferiori pentru ars au cenușă multă și umiditatea ridicată ; sau : cărbunii inferiori pentru fabricarea cocsului sînt cărbuni neaglutinanți, cu cenușă multă, cu conținut de sulf ridicat, degradați prin oxidare etc.

Cărbune de lemn (mangal)

Produs obținut prin încălzirea, în absența aerului (mangalizarea, carbonizarea), a masei lemnoase.

Clasificarea internațională

Sistem de clasificare a huilelor realizat pe baza unei convenții internaționale, folosind drept criterii de grupare : procentul de materii volatile, puterea calorică, proprietățile de aglutinare și de cocsificare, capacitatea de reflexie a vitrinitului.

Coacerea

Încălzirea lentă, în absența aerului, după o anumită curbă de creștere a temperaturii, a produselor carbonice fasonate crude, pentru atingerea unei structuri dure și cu anumite proprietăți (rezistența mecanică, conductibilitate electrică, rezistența la coroziune chimică etc.).

Cocserie

Uzină în care se produce din cărbune — de fapt din huile — cocs, gaz de cocserie, gudron, amoniac, sulfat de amoniu, benzen, toluen, xilen, sulf etc. De obicei, cocseria face parte dintr-un combinat siderurgic și valorifică

acele produse chimice ce asigură un preț cît mai redus cocsului metalurgic obținut. Tot cocserii sînt și uzinele de gaz ale marilor orașe, ca și uzinele de prelucrare a mărunțului de la minele de cărbune, a căror punere în valoare este legată de valorificarea complexă a tuturor produselor realizate (gaz, produse chimice, precum și cocsul).

Cocs brichete metalurgic

Cocs obținut din cărbuni neaglutinanți, necocsificabili, prin tehnologia clasică a cocsificării, datorită faptului că nu trec prin starea plastică caracteristică huilelor de cocs.

Tehnologiile de producere a cocsurilor brichete cuprind, în funcție de metoda aplicată, brichetarea unor amestecuri corespunzătoare (cărbuni necocsificabili, semicocs, huile de gaz sau de cocs, smoală de cocserie ș.a.), urmată de cocsificarea acestora în cuptoare verticale sau oblice ori de oxidarea brichetelor legate cu bitum. Cocsul brichete obținut este sortat pe granulație, ca și cocsul clasic.

Cocs, cocs metalurgic, cocsificare

Produs solid, obținut prin încălzirea în absența aerului pînă la 1 000° (cocsificare), a huilelor aglutinante.

Cocsul metalurgic este un cocs cu caracteristici, compoziție și proprietăți determinate care este utilizat în metalurgie la elaborarea fontei în furnal sau în alte scopuri (turnătorie, metalurgie, neferoasă, industria chimică etc.).

Combustibil fără fum (cărbune defumat)

Combustibil casnic obținut din cărbune prin diferite procedee de eliminare a materialelor fumigene (gudron). Procentul de 14—20% volatile ce mai rămîne în acest combustibil asigură aprinderea și arderea ușoară în uzul domestic, fără producere de fum.

Comburant

Substanțe purtătoare ale oxigenului în procesele de ardere (aer, apă oxigenată, ozon, nitrați, clorați etc.).

Conversia gazului metan, conversia gazului de generator

Operație de schimbare, printr-o reacție chimică, a compoziției gazului. De exemplu : $CH_4 + H_2O = CO + {}_3H_2$ sau $CO + H_2O = CO_2 + H_2$ etc.

Se realizează la temperatura optimă și cu ajutorul unor catalizatori adecvați.

Cubilou

Cuptor cu cuvă, în industria construcțiilor de mașini, în care se realizează topirea fontei solide pentru obținerea prin turnare a diferitelor piese.

Cuptor de cocsificare

Cuptor din zidărie refractară cu încălzire indirectă, prin pereți, cu geometrie specifică, alcătuit din camere înguste și înalte, închise la capete cu uși mobile, în care se face carbonizarea (cocsificarea), în absența aerului, a șarjelor de huilă. Temperatura de lucru în camera de cocsificare este de cca. 1 000°C.

Reunirea a 40—70 cuptoare formează un agregat complex, numit baterie de cocsificare.

Degresant

Adaus, care reprezintă cărbune sau un produs obținut din cărbune prin carbonizare, cu conținut scăzut de materii volatile, care se folosește în șarjele alcătuite din huilele de gaz și grase cu procente ridicate de materii volatile, pentru micșorarea fluidității și umflării, precum și a volatilelor acestora.

Densitate aparentă

Greutatea unității de volum dintr-un material poros.

Densitate reală

Greutatea unității de volum a unui material fără pori.

Degazarea

Încălzirea materialelor la temperaturi ridicate, în absența aerului, în vederea reducerii procentului de materii volatile și obținerea gazului respectiv.

Diamant
Carbon pur, cristalizat în sistemul octoedric.

Electrozi (siderurgici, electrochimici, foto, anozi, catozi, etc.)
Produse carbonice, obținute prin presare, coacere, grafitare și formare, de înaltă puritate, folosite în cuptoarele electrice cu arc, la electroliza soluțiilor apoase, a topiturilor (anozi și catozi) și la producerea unor intensități luminoase mari (foto, cinema).

Electrozi Söderberg (masă de electrozi)
Masă de material carbonic necoaptă, folosită la alimentarea electrozilor continui în cuptoarele de carbid, metalurgice, cuve de electroliză a aluminiului, la care coacerea se face continuu, pe măsura consumării sale.

Epurarea biochimică
Epurarea apelor reziduale de agenți poluanți — noxe — (în special fenoli), cu ajutorul culturilor de microorganisme care consumă și „ard" biochimic acești fenoli.

Extracție cu solvenți
Operație de dizolvare parțială din masa cărbunilor a anumitor substanțe (bitumene) preexistente sau care se formează prin acțiunea solvenților asupra acestora.
Dintre produsele de extracție, importanță economică și tehnică o are doar ceara montană, obținută din cărbuni bruni sau unele turbe. Extracția cu solvenți este încă un mijloc important de cercetare a structurii cărbunilor.

Fier
Elementul chimic cu greutatea atomică de 55,85 care constituie componentul de bază al tuturor aliajelor de fier (fontă, oțel carbon, oțeluri aliate, feroaliaje etc.).

Fier pudlat
Fierul pudlat este obținut prin afinarea fontei în stare păstoasă, după o tehnică astăzi depășită.

Flotația

Operație de separare a componenților valoroși de sterilul din produsele miniere brute, bazat pe diferențe între proprietățile superficiale ale acestora.

Fluidizare

Fenomen fizic care constă în plutirea particulelor de anumită granulație într-un fluid în mișcare. Din punct de vedere tehnologic, fluidizarea este o metodă de realizare a unor schimburi termice sau reacții chimice la viteze și productivități mari.

În domeniul cărbunilor, se folosește la semicocsificarea și cocsificarea cărbunilor mărunți (Instalația „Carbofluid" de la C.S. Victoria Călan).

Focar

Spațiu în care se arde un combustibil.

Fondant (vezi și aglomerat autofondant)

Component, de obicei bazic — calcar —, adăugat în șarjă pentru asigurarea formării în furnal a zgurei cu punct de topire scoborît.

Fontă

Produsul principal sub care se obține metalul prin reducerea minereului de fier în furnal, avînd de obicei peste 2% carbon.

Fonta reprezintă de fapt un aliaj de fier și carbon în care se mai găsesc și alte elemente, ca de exemplu Mn, Si etc. Se deosebesc fonta „albă", care se folosește la obținerea oțelului prin arderea parțială a carbonului din fontă în cuptoare Martin sau în convertizoare, și fonta „cenușie", folosită la turnarea anumitor piese în industria constructoare de mașini.

Fracțiuni ușoare

Produse cu temperaturi de fierbere scăzute, obținute la distilarea benzenului brut, a gudroanelor, țițeiurilor sau a altor produse organice ce conțin substanțe cu diferite puncte de fierbere.

Fracțiunile ușoare sînt caracterizate și prin greutățile specifice mai mici decît cu restul fracțiunilor de distilare sau reziduul obținut.

Gaze arse

Produsele gazoase ale arderii combustibililor în general, formate din dioxid de carbon, oxid de carbon, azot și oxigen, alcătuiesc „gazele arse".

Compoziția lor dă indicații în legătură cu felul arderii (CO_2, N_2 — ardere completă ; CO_2, CO, N_2 — ardere incompletă) și al gospodăririi combustibilului.

Gaz slab, gaz bogat, gaz de iluminat, gaz de oraș

Produse gazoase ale industriei cărbunelui, denumite după conținutul de hidrocarburi și putere calorifică (gaz slab și bogat) sau după procesele tehnologice prin care se obțin.

Gazul de iluminat era un gaz de cocserie din care nu s-au îndepărtat hidrocarburile aromatice. Acestea ard greu, cu formare de funingine ale cărei particule incandescente dau flăcării aspect luminos.

Gazele de cocserie epurate, uneori și gazele de gazogen, sînt distribuite — în țările lipsite de resurse de gaz natural — în rețeaua consumatorilor casnici, cînd poartă denumirea de gaz de oraș, care era denumit și gaz de luminat.

Gazificare, gaz de generator, gaz de apă, gaz de aer, gaz mixt

Proces tehnologic bazat pe reacțiile :

$$C + O_2 = CO_2$$
$$C + CO_2 = 2CO$$
$$C + H_2O = CO + H_2,$$

prin care combustibilii solizi (cărbuni, cocs, deșeuri organice de orice fel), sînt transformați în combustibili gazoși, sub formă de gaz de generator, gaz de apă, gaz de aer, gaz mixt, gaz de sinteză, denumiri ce provin după agregatul folosit, agentul de gazificare utilizat sau destinația produsului.

Generator de gaz (gazogen)

Utilaj în care combustibilii solizi (cărbune, cocs etc.) sînt transformați, prin reacții chimice cu un agent de gazificare, în combustibili gazoși. Cînd agentul de gazificare este aerul, gazul obținut se numește gaz de aer. Dacă agentul de gazificare este reprezentat de vaporii de apă gazul se numește gaz de apă. Se poate lucra alternativ cu aer — aburi, și atunci gazul obținut este „mixt".

Generator de gaz Winkler

Gazogen de mare productivitate, în care se gazifică, în strat fluidizat, combustibili solizi. Este considerat drept prima aplicare a fluidizării în fază industrială.

Geochimia

Chimia globului terestru și a compușilor din care este format acesta.

Gîtul furnalului

Partea superioară a furnalului prin care se încarcă, cu ajutorul unor dispozitive speciale (clopote de închidere), minereul, calcarul, respectiv aglomeratul și cocsul.

Grad de carbonificare (încărbunare, rang)

Reprezintă gradul de transformare a materialului genetic vegetal prin procesele de diageneză și metamorfism, cu formarea cărbunilor. Gradul de carbonificare (încărbunare) se pune în evidență prin conținutul de carbon raportat la masa combustibilă, procentul de materii volatile, puterea calorică și reflectanța vitrinitului.

Grafit

Carbon cristalizat în rețele atomice stratificate. Atomii de carbon formează hexagoane care se întind în plan, asemănător fagurilor. Planele sînt legate între ele prin forțe mult mai slabe — de tip Van der Waals — ceea ce determină o anizotropie pronunțată a tuturor însușirilor grafitului.

Grafitare artificială

Fenomen caracteristic la fabricarea materialelor carbonice. Pe măsura îmbogățirii acestora în carbon (cocsificare, „calcinare“ *, coacere, degazare), se observă o tendință netă de regrupare a cristalitelor în sensul ordonării lor. La temperaturi mari (peste 2 000°C) apar planele mari și structura cristalină a grafitului. Grafitarea artificială ar putea fi considerată o cristalizare dirijată — voită — a carbonului din diferitele materiale.

Greutate volumică sau greutate în vrac

Reprezintă greutatea unității de volum dintr-un material așezat afînat (turnat). În valoarea ei sînt incluse golurile porilor bucăților de material, precum și cele dintre acestea. Greutate volumică mică înseamnă material poros, de granulație relativ uniformă, dar de forme diferite, așezat afînat.

Grizu

Amestec gazos explozibil, de gaz metan și aer, format în exploatările miniere. Gazul metan inclus în zăcămînt — produs al metamorfozării sedimentului respectiv — se degajă și se amestecă cu aerul existent în galerii.

Gudron (de semicocsificare, de cocsificare)

Produs lichid, negru, vîscos, cu miros aparte, rezultat din descompunerea termică (carbonizarea), în absența aerului, a cărbunilor. Este format dintr-un număr foarte mare de substanțe chimice.

Compoziția sa depinde de natura cărbunelui, precum și de temperatura la care a fost realizat. Dacă a fost obținut prin condensarea gazelor degajate la semicarbonizare (încălzirea cărbunilor la 500—550°C), poartă denumirea de gudron de semicarbonizare și are caracter parafinos. Dacă a fost obținut prin condensarea din gazele degajate de cărbunele încălzit la 1 000°C într-un cuptor de cocsificare, se numește gudron de cocserie și are caracter aromatic.

* Denumire uzuală dar greșită, calcinarea reprezentînd de fapt arderea la cenușă a combustibililor.

Gură de vînt

Orificii repartizate pe circumferința inferioară a furnalului, prin care se insuflă la partea de jos a acestuia aerul cald necesar proceselor de ardere, gazificare și reducere.

Hidrogenare Bergius

Proces tehnologic bazat pe reacțiile chimice de adiție a hidrogenului la moleculele substanțelor nesaturate, în prezența anumitor catalizatori și la o temperatură și presiune date.

Face posibilă obținerea țițeiului „artificial" din cărbune și hidrogen.

Huilă de cocs

Cărbune mediu încărbunat, depus în mezozoic — jurasic și liasic. Conținut de volatile 22—26%. Este materia primă clasică pentru fabricarea unui cocs rezistent, dur și compact.

Huilă de gaz

Cărbune mediu încărbunat, depus în mezozoic — cretacic și jurasic. Se caracterizează prin conținut ridicat de volatile (35—45%) și însușiri slabe de cocsificare. Cocsul este umflat, spongios și casant, fără rezistența necesară utilizării în furnale.

Huilă flambantă (huila cu flacără lungă)

Cărbune mediu încărbunat, depus de obicei în mezozoic — cretacic și jurasic. Se caracterizează printr-un conținut ridicat de materii volatile (41—50%) și însușiri foarte slabe sau nule de cocsificare.

Huilă slabă

Cărbune puternic metamorfozat — se apropie de caracteristicile antracitului — cu un conținut redus de volatile (10—19%). Cocsul obținut este slab, uneori puțin aglomerat pînă la prăfos.

Humine (vezi acizi humici)

Indice Gray King

Folosește pentru caracterizarea cărbunilor din punctul de vedere al însușirilor de cocsificare. Cărbunii sînt grupați, după aspectul cocsului obținut, într-un tub de cuarț, în condiții de cocsificare standard.

Indice Roga

Metodă elaborată de B. Roga pentru determinarea capacității de aglutinare a cărbunilor. În principiu, se cocsifică într-un creuzet o cantitate dată de cărbune cu pulbere de antracit. Se determină apoi rezistența cocsului obținut. Capacitatea de înglobare a materialului inert este legată de plasticitatea cărbunelui, precum și de însușirile de cocsificare ale cărbunilor.

Inertinit

Grupă de macerali posibil a fi identificați în structura huilelor, proveniți din materialele carbonizate existente în materialul genetic inițial și care se comportă inert în timpul procesului de cocsificare. (Denumit în mod sugestiv și „mangal fosilizat".)

Intercalații de rocă (steril)

Întrepătrunderi ale rocii anorganice din zăcămîntul înconjurător cu straturile de cărbune. Materialele sînt adesea concrescute și pot fi greu separate.

Își au originea în alternanța mișcărilor tectonice, precum și în depunerile din apele de percolație (care spală zăcămîntul).

Izotrop

Materialul care la studiul microscopic în lumină polarizată nu prezintă activitate optică, exprimînd absența unei structuri organizate de tip cristalin a materiei, formă caracteristică de prezentare a cocsurilor netopite, slabe.

Încărbunare, carbonificare

Proces de îmbogățire în carbon a materialului genetic vegetal în metamorfozarea sa de la celuloză-lignină la antracit.

Încărbunarea are loc în timp și este grăbită de temperaturi și presiuni ridicate. De aici posibilitatea decalajului între vîrsta chimică și gradul de încărbunare al unor cărbuni sesizată și exemplificată de I. Blum la cărbunii din Valea Jiului.

Înfurnare

Operația de încărcare a șarjei sau a pilotului de șarjă în cuptorul de cocsificare.

Laminor

Agregat în care se modifică, prin deformare plastică, la rece sau cald dimensiunile blocurilor de oțel.

Liant

Substanță care are însușirea de a produce legarea — încleierea — particulelor mărunte de cocs, cărbune, semicocs, deșeuri etc., la temperaturi mai mari decît punctul de înmuiere a respectivei substanțe.

Se folosesc drept lianți smoala de cocserie, bitumul petrolier, gudroane, asfalturi, melasă, leșie bisulfitică etc. În cazuri cu totul speciale, s-a utilizat amidon, argilă și altele.

Lignină

Component al masei vegetale. Este caracterizat printr-o rezistență mare față de agenții destructivi ai atmosferei; se consideră a fi constituit materialul genetic principal al zăcămintelor de cărbuni. Formează structura de rezistență a plantelor și se găsește în pereții celulari.

Formula chimică nu este definită, fiind cunoscute doar modele și grupe funcționale cuprinse în moleculele de lignină.

Lingou

Bloc de oțel ce cîntărește cîteva tone și este obținut prin turnarea oțelului lichid în lingotiere. Este produsul finit al oțelăriei și materia primă a laminoarelor.

Litosferă
Învelișul răcit al globului terestru (litos = piatră, lb. greacă).

Malaxare
Operație tehnologică prin care se urmărește omogenizarea avansată a diferitelor materiale, mai ales cărbunoase, cu un liant. Se realizează în containere încălzite direct sau indirect, cu ajutorul unor palete care frămîntă masa respectivă.

Maceral
Unitate structurală a cărbunilor, posibil a fi identificată la microscop la măriri de 250—500 ori. Termenul de maceral are semnificația termenului de mineral cu referire la rocile anorganice. Clasificarea macералilor se face în funcție de modul lor de comportare în timpul procesului de cocsificare.

Mangal
Produsul obținut prin încălzirea lemnului în absența aerului. Prin descompuneri termice se realizează carbonizarea materiei prime, astfel încît mangalul este caracterizat printr-un conținut foarte ridicat de carbon.
Porozitatea mare și rezistența mecanică mică sînt alte caracteristici ale acestuia (vezi și **bocșe**).

Masă combustibilă
Masa care poate fi arsă dintr-un combustibil. Se determină prin diferența între masa totală și conținutul de umiditate, cenușă și sulful sulfat al combustibilului.
Sulful organic și sulful piritic, care ard, fac parte din masa combustibilă.

Mase carbonice
Denumire dată unor blocuri de amestec — masă carbonică + liant — întărite, care sînt transportate astfel la locul de utilizare. Prin încălzire se realizează înmuierea lor, după care ele sînt modelate după utilajul (de obicei furnalele) ce mai urmează să fie căptușit. Se realizează așa-numitele căptușeli monobloc.

Material degazat
Produsul obținut în urma degazării (vezi **degazare**).

Materii volatile
Reprezintă în mod convențional pierderea de greutate a unei probe de combustibil, exprimată în procente, după încălzirea ei în absența aerului, în condiții identice (temperatură, durată).
Sînt o expresie a stabilității termice a macromoleculei de cărbune și a gradului de încărbunare.

Metalurgie
Ramură industrială care se ocupă cu extracția metalelor din minereuri, precum și prelucrarea acestora pînă la nivel de semifabricat (bare, table, blocuri, sîrmă etc.).

Micelii
Grupări din care se presupune că este formată masa organică a cărbunilor. Ele cuprind mai multe macromolecule de compoziție încă nedefinită.

Mixte
Cărbune concrescut intim cu material steril. Separarea în vederea coborîrii conținutului de cenușă al cărbunilor nu mai este economică datorită pierderilor mari de materie primă. Densitatea și însușirile superficiale ale granulelor care conțin și steril și cărbune sînt apropiate.
De obicei, ele se ard în focare de mare productivitate (pat fluidizat, în suspensie, etc.).

Mofete
Gaze de proveniență vulcanică, care se degajă din sol și al căror component principal este dioxidul de carbon.

Oțel
Aliaj de fier-carbon, cu un procent de carbon sub 2%, obținut de obicei prin arderea parțială a ultimului element din fontă (și din fier vechi).
Prin aliere cu alte metale, se obțin însușiri speciale (rezistență mecanică, refractaritate etc.).

Oțel convertizor

Oțel elaborat în convertizor. Procesul se caracterizează printr-o productivitate și economicitate mărită față de procedeul Siemens-Martin. Se lucrează cu procente mari de fontă lichidă, fără fier vechi, arzîndu-se elementele ce urmează a fi îndepărtate (carbon, sulf) cu oxigen insuflat.

Oțel Siemens-Martin

Oțel produs în cuptoare Siemens-Martin.

În cursul elaborării, se modifică voit compoziția și gradul de aliere al topiturii. Prin reducerea conținutului de carbon, sulf, alierea cu alte elemente, fonta lichidă și fierul vechi sînt transformate în oțel de calitatea dorită.

Peletizare

Procedeu de aglomerare a materialelor foarte fine. Procesul constă în esență într-o lipire a particulelor în contact continuu în urma rotirii unui taler sau unei tobe, datorită forțelor de tensiune superficială sau capilare.

În vederea obținerii peletelor, pulberea este umezită cu apă sau alte substanțe.

Perete de încălzire

Ansamblu de zidărie refractară fasonată care asigură încălzirea uniformă, pe înălțime și lungime, a pereților camerelor de cocsificare. Etanșeitatea acestora este deosebit de importantă deoarece ei separă două circuite de gaze complet diferite (gazul de cocs brut și gazele arse).

Perii

Produse carbonice fine utilizate în electrotehnică pentru transmiterea curentului electric de la piese în mișcare la conductori (d. ex. colectori la dinam).

Se fabrică din grafit, negru de fum, alte materiale carbonice și pulbere de cupru etc.

Permeabilitate

Rezistența pe care materialele granulare o opun unui curent de aer-gaz la pătrunderea acestuia prin strat. Se măsoară, de obicei, prin pierderea de presiune la trece-

rea unui curent de aer cu un debit dat, la o anumită temperatură, printr-un strat de material de dimensiuni prescrise.

Petrochimie
Ramură a chimiei organice care se ocupă de valorificarea superioară a țițeiului și a gazelor naturale.

Pile de combustie
Generatoare de energie electrică pe baza diferenței de potențial ce rezultă din efectul de reducere-oxidare al reacțiilor de ardere.

Pilot de cocs
Cocsul rezultat prin cocsificarea încărcăturii unei camere de cocsificare.

Pilot de șarjă
Bloc paralelipipedic de șarjă bătucită (ștampată) în agregate speciale, care este apoi împins lateral în cuptorul de cocsificare.
Tehnologia ștampării (bătucirii) se aplică atunci cînd se lucrează cu șarje ce conțin huile cocsificabile cu rang de încărbunare inferior.

Piroliză
Proces de descompunere termică, în absența aerului, a substanțelor de natură organică.

Plastifiere
Însușirea unor cărbuni de a trece la încălzire — în absența aerului — prin faza plastică (350—500°C).

Porozitate
Raportul dintre volumul porilor (al golurilor) unei bucăți de material și volumul total al acesteia exprimat în procente.

Prăjire oxidantă, reducătoare
Încălzirea la temperaturi ridicate și în atmosferă oxidantă sau reducătoare a minereurilor (exces de aer sau lipsa oxigenului și prezența CO sau H_2).

Presare
Operație tehnologică prin care se urmărește compactizarea masei și fasonarea produselor cărbunoase sau producerea unor brichete.

Probă dilatometrică
Caracterizează comportarea cărbunelui la încălzire în absența aerului. Prin intermediul unui piston și al unor dispozitive înregistratoare se urmăresc dilatările (umflările) și contracțiile probei de cărbune încălzit. Determinarea caracterizează proprietățile de cocsificare ale huilelor și este folosită la clasificarea acestora.

Produse carbonice
Produse obținute de obicei din cocs de petrol calcinat și liant (smoală), eventual și antracit calcinat (termoantracit) sau grafit, folosite coapte și uneori grafitate sub formă de electrozi (grafitați) siderurgici sau pentru industria chimică, anozi și blocuri catodice pentru electroliza aluminiului, diverse piese pentru industria electrotehnică (perii) sau industria constructoare de mașini.

Putere calorică (vezi și calorimetru)
Reprezintă cantitatea de căldură (kcal sau kJoule) degajată la arderea unității de masă (kg) sau de volum (m^3) dintr-un combustibil. Cînd apa formată în reacție se condensează, puterea calorică determinată este superioară, iar cînd ea părăsește focarul în stare de vapori puterea calorică determinată este cea inferioară. Determinarea ei se face cu ajutorul calorimetrului sau prin calcul.

Randament de cocs
Raportul, exprimat în procente, a cantității de cocs anhidru obținută față de cantitatea dată de șarjă uscată.

Randament de cocs metalurgic
Raportul exprimat în procente, al cantității de cocs metalurgic (peste 25 mm) uscat obținută față de cantitatea dată de cocs total.

Reacții endoterme
Reacții chimice din care rezultă produse cu un conținut de energie mai ridicat decît al produselor inițiale. Ele au loc cu absorbție de căldură ce trebuie furnizată din afara sistemului.

Reacții exoterme
Reacții chimice din care rezultă compuși cu conținut de energie mai scăzut decît al produselor ce intră în reacție. Ele au loc cu degajare de căldură (d. ex. arderile).

Reacții secundare
Reacții chimice, uneori nedorite, dar inevitabile, care însoțesc reacția principală a procesului tehnologic.
Au loc datorită caracterului complex al impurităților din materiile prime industriale, precum și al produselor rezultate din reacția principală.

Reactivitatea
Expresie a capacității unui combustibil de a reacționa cu oxigenul — oxireactivitatea — sau dioxidul de carbon — carboxireactivitatea — sau cu apă — hidroxireactivitatea. Se determină prin măsurarea cantității de gaz care a reacționat cu o probă de combustibil pregătită și încălzită în condiții standard sau a vitezei de reacție.

Reducere
Proces prin care se urmărește, în general, în metalurgie, îndepărtarea oxigenului din compoziția oxizilor de metal, în vederea izolării și separării acestora. Agenții reducători uzuali sînt carbonul din cocs, oxidul de carbon și mai rar hidrogenul.

Rezistența la cald a cocsului
Vezi **rezistența mecanică a cocsului.**

Rezistența mecanică a cocsului
Indice care exprimă comportarea acestuia în condițiile solicitărilor complexe. Cocsul este supus la lovire — rostogolire, roadere — în tobe ce se rotesc și în care se

modelează condițiile corespunzătoare circulației acestuia de la încărcare pînă la gurile de vînt ale furnalului. Se exprimă prin raportul în procente dintre fracțiunile granulometrice rezultate din cocsul supus încercărilor față de proba inițială. De exemplu, indicele M_{25} reprezintă procentele din cocsul încercat cu granulația de peste 25 mm. Indicele M_{10} — procentele cu granulația 0-10 mm în probă după încercare.

Determinarea efectuată în condiții speciale asupra materiei incandescente — pentru reproducerea tuturor condițiilor din furnal — dă valorile rezistenței la cald a cocsului.

Reflectanța

Capacitatea de reflexie a luminii incidente a diferiților macerali din huile. Se determină în comparație cu etaloane standardizate și în condiții bine stabilite.

Reflectanța vitrinitului reprezintă o caracteristică sigură a gradului de carbonificare.

Secția de desulfurare

Instalație complexă, specifică uzinelor cocsochimice, în care se îndepărtează hidrogenul sulfurat din gazul de cocserie. În funcție de tehnologia aplicată, se recuperează sulful în formă de blocuri, în stare coloidală, ca dioxid de sulf sau acid sulfuric.

Semicocs

Produsul solid obținut prin încălzirea cărbunilor la 500—550°. Se deosebește de cocs prin conținutul mai ridicat de materii volatile, reactivitate mai mare și o rezistență mecanică scăzută.

Separare pneumatică

Sortarea unui material pe baza energiei cinetice acumulate de către particule de cărbune de diferite granulații într-un curent de gaz.

Siderurgie

Metalurgia fierului.

Sinteză Fischer-Tropsch
Reacție de hidrogenare catalitică în faza gazoasă. Prin intermediul ei se obțin din dioxid de carbon și hidrogen produși, din cărbuni carburanți și uleiuri (benzine, respectiv țițeiuri sinterice).

Smog
Ceață provocată în general din condensarea vaporilor din aerul umed pe particule de fum din gazele arse și de praf industrial.
Mai greu decît aerul, îl dislocă parțial de la sol, cauzînd neplăceri serioase celor suferinzi de afecțiuni ale căilor respiratorii și cardiace. Fenomen caracteristic marilor aglomerări urbane puternic industrializate, așezate pe malul apelor mari.

Sortarea cocsului
Ciuruirea, clasarea, separarea cocsului brut pe fracțiuni granulometrice, cu dimensiunile bucăților de cocs cuprinse între limitele impuse de tehnologia utilizării sale.

Stingerea cocsului (umedă, uscată)
Stingerea umedă este răcirea cocsului incandescent, defurnat, cu apă. Operația se execută cît mai repede, pentru a se evita arderile. Se pierde întreaga cantitate de căldură fizică a cocsului. Stingerea uscată urmărește recuperarea acestei călduri prin răcirea cocsului într-o cuvă înzidită în curent de gaz inert (de obicei CO_2 și N_2, gaze arse), cu producere concomitentă de abur.

Steril
Incluziuni de natură anorganică în zăcămîntul de cărbuni.

Șarjă
Amestec de cărbuni (huile) măcinați, dozați și omogenizați, pregătit pentru încărcarea în cuptoarele de cocsificare.

Șist
Rocă sedimentară care înconjoară sau este închisă între straturile zăcămîntului de cărbune. Extragerea aces-

tuia se face împreună cu roca respectivă, de multe ori concrescută, ceea ce determină operații complicate și costisitoare de separare (preparare, spălare).

Șlam
Fracțiune foarte fină — de obicei sub un milimetru — din cărbune sau cocs antrenată de apa utilizată în tehnologie (spălare, stingere, etc.). Se separă de apă prin decantare, filtrare. Șlamului îi este caracteristic un conținut foarte ridicat de umiditate.

Tiraj
Aspirație, scădere de presiune provocată fie de diferența de densitate între gazele arse calde și aerul rece (tiraj natural), fie cu ajutorul ventilatoarelor (tiraj forțat). Asigură alimentarea focului cu oxigenul necesar continuării arderilor.

Turbă
Cărbune aflat într-un stadiu incipient de încărbunare. Ea se formează și în zilele noastre în locurile mlăștinoase în care sînt create condițiile specifice. Conține cantități mari de acizi humici. Se caracterizează printr-un procent ridicat de umiditate și materii volatile. Are în compoziție puțin carbon și mult oxigen și hidrogen în comparație cu ceilalți cărbuni.

Țiței sintetic
Țiței obținut prin hidrogenare sau sinteză direct din cărbuni sau din gazele rezultate din cărbuni (vezi și hidrogenare Bergius și sinteza Fischer-Tropsch).

Umflare liberă
Încercare de laborator a cărbunelui. Proba se încălzește în absența aerului în condiții date și se fac, după aspectul cocsului rămas, aprecieri în legătură cu însușirile tehnologice ale cărbunelui.

Uzină de gaz
Unitate industrială al cărei produs principal este gazul combustibil cu utilizări casnice sau industriale. Uzi-

nele de gaz sînt specifice orașelor mari din țările lipsite de resurse de gaz natural.

Gazul se produce prin cocsificarea cărbunilor sau prin gazificarea cărbunilor sau a cocsului, semicocsului respectiv prin ambele procedee.

Vitrinit

Grupa de macerali majoritară în constituția huilelor care, în funcție de gradul de carbonificare pus în evidență prin capacitatea de reflexie, conferă acestora proprietățile de aglutinare-cocsificare.

Zgură

Produs secundar al proceselor din furnal și oțelărie. Topitură cuprinzînd oxizii și compușii elementelor care însoțesc și impurifică minereul de fier și cocsul (cenușa).

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

CUPRINS

A doua tinerețe a cărbunilor în plin avînt . . 5
Cap. I Cărbunele printre celelalte minerale . 15
Cap. II Din istoria de ieri și pînă azi a cărbunilor 47
Cap. III Focul, combustibilii și cărbunii . . 55
Cap. IV Începuturile obținerii fierului și primul combustibil siderurgic: mangalul . . 96
Cap. V Industria cocsochimică 101
Cap. V bis Și acum un capitol suplimentar: Paradoxurile cărbunilor din Valea Jiului și problemele folosirii lor la cocsificare . . 128
Cap. VI „De re metallica" odinioară, azi și mîine 135
Cap. VII Alte industrii bazate pe chimia cărbunelui 157
Cap. VIII Pilele de combustie și alte probleme de viitor 184
Cap. IX Cifre despre combustibili și lumea combustibililor în vîltoarea dezvoltării tehnicii și economiei 189
Cap. X Din nou un capitol suplimentar: Mic dicționar de cuvinte folosite în lumea cărbunilor 203

BCU IASI / CENTRUL DE IMAGINE

Lector : CONSTANTINA PALIGORA
Tehnoredactor : GABRIELA ILIOPOLOS

Bun de tipar 2.IV.1986. Apărut 1986.
Comanda nr. 2413. Coli de tipar 14,5.

Tiparul executat sub comanda nr. 790 la
Întreprinderea Poligrafică „13 Decembrie 1918",
str. Grigore Alexandrescu nr. 89-97
București,
Republica Socialistă România

BCU IAȘI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Cunoscut și folosit de milenii, că
început să fie înlăturat ca sursă d
și materii prime în perioada eufo
țeiului ieftin. Crizele petrolului din
optulea deceniu al secolului XX a
însă în actualitate „diamantele neg
rezervă de durată și mai ieftină.
Celei de-a „doua tinerețe a cărbu
este dedicată cartea, care încearcă să
dă atît momente ale istoriei, cît
perspectivele diverse oferite de ace
terie primă energetică economiei, s

BIBLIOTECA CENTRALĂ UNIVERSITARY LIBRARY

Col